



SKRIPSI – ME141501

**ANALISA PENYEBAB KEBOCORAN KAMAR
MESIN PADA KM. NUSANTARA AKBAR.**

Rachmat Gunawan
NRP. 4213 100 058

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. Trika Pitana, S.T, M.Sc.
Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT – ME141501

**LEAK CAUSES ANALYSIS IN THE ENGINE ROOM OF KM.
NUSANTARA AKBAR**

*Rachmat Gunawan
NRP. 4213 100 058*

*Supervisors
Dr. Eng. Trika Pitana, S.T, M.Sc.
Ir. Hari Prastowo, M.Sc.*

*Department of Marine Engineering
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017*

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENYEBAB KEBOCORAN KAMAR MESIN PADA KM. NUSANTARA AKBAR

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Reliability, Availability, Maintainability, and
Safety* (RAMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Rachmat Gunawan
NRP 4213100058

Disetujui oleh Pemimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc.
2. Ir. Hari Prastowo, M.Sc.



SURABAYA
JANUARI, 2017

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PENYEBAB KEBOCORAN KAMAR MESIN PADA KM. NUSANTARA AKBAR

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Reliability, Availability, Maintainability, and
Safety* (RAMS)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Rachmat Gunawan

NRP 4213100058

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.

NIP 197708022008011007

ANALISA PENYEBAB KEBOCORAN KAMAR MESIN PADA KM. NUSANTARA AKBAR

Nama Mahasiswa : Rachmat Gunawan
NRP : 4213100058
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc.
Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

Abstrak

Studi ini menganalisa tentang penyebab kebocoran kamar mesin KM. Nusantara Akbar, namun penelitian ini fokus pada kebocoran yang disebabkan oleh poros yang defleksi karena dari data lapangan yang diberikan oleh KNKT diketahui penyebab dari kebocoran adalah *packing* yang terdorong oleh poros yang defleksi sehingga tidak dapat menahan laju air.

Analisa dilakukan dengan tinjauan dari sisi teknis dan sisi non-teknis, dikarenakan kejadian kecelakaan kapal tidak murni hanya karena faktor teknis melainkan juga non-teknis. Pada tahap pertama dilakukan dengan menganalisa dokumen-dokumen kapal yaitu sertifikat dari badan klasifikasi, laporan kejadian kecelakaan, *docking report*, sertifikat ABK dan dokumen-dokumen lain tentang perjalanan kapal. Kemudian pada tahap selanjutnya, bukti-bukti yang sudah didapatkan dari hasil analisa dokumen-dokumen terkait perjalanan kapal dijadikan acuan untuk membuat analisa menggunakan metode *5 whys* untuk mencari akar penyebabnya, khusus untuk tinjauan teknis dilakukan pemodelan menggunakan *Software Autodesk Inventor 3D* dan konfirmasi dengan perhitungan manual menurut *rules* BKI tentang sistem perporosan.

Menurut analisa yang telah dilakukan, penyebab teknis dari kebocoran kapal yang diakibatkan oleh kegagalan sistem perporosan adalah rekondisi baut *flange* yang telah rusak dan

penambahan lena pada *bearing* untuk mengatasi poros yang telah defleksi tanpa meluruskan poros itu sendiri. Sementara dari pemodelan *Software Autodesk Inventor 3D* didapatkan baut patah karena gaya yang bekerja adalah 10.782,31 N dengan tegangan geser 2,230 Mpa, sedangkan gaya maksimal pada beban normal adalah 9.434,531.N dengan gaya geser 1,951 Mpa. Kemudian penyebab dari tinjauan sisi non-teknis adalah peralatan/*spare part* untuk mengatasi kegagalan sistem perporosan sangat kurang, tempat kerja yang kotor dan kurang nyaman serta terjadinya miss komunikasi antar ABK dalam mengatasi kebocoran kamar mesin.

Kata kunci : Kebocoran, sistem perporosan, defleksi, ABK, 5 whys.

**LEAK CAUSES ANALYSIS IN THE ENGINE ROOM OF
KM. NUSANTARA AKBAR**

Name	: Rachmat Gunawan
NRP	: 4213100058
Department	: Marine Engineering
Supervisor	: Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc. Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

Abstract

The study analyzes about the cause of the leak in KM Nusantara Akbar's engine room. However, this research is focus on leakage caused by shaft deflection. From the field data provided by the KNKT, know the cause of the leak is packing driven by a shaft deflection and therefore can not hold the rate of water.

Analysis was done by a review of the technical and non-technical factors, because the scene of the ship accident was not purely due to technical factors but also non-technical factors. The first step is analyzing the ship document, such as the certificate of ship from classification, incident reports, docking report, ship crew certificates and other ship document. Then on the next step, the evidence that has been obtained from the analysis of the documents related to the ship sail is use to make the analysis using 5 whys method to looking for the root cause.

According to the analysis that has been done, the technical cause of the leak vessel caused by system shafting system is reconditioned flange bolts that have been damaged and the addition of flax on the bearing shaft has to cope without straightening axle deflection itself. While the Autodesk Inventor 3D modeling software obtained bolt broken because the act force is 10782.31 N with the shear stress 2.230 MPa,

while the maximum force in the normal load is 9.434,531.N with shear force 1,951 Mpa. Then from the cause from non-technical factors are equipment / spare part to overcome the failure of shafting system is very less, the workplace is dirty and uncomfortable and happened miss communication between the crew in the engine room to overcome the leakage.

Keywords: Leaks, shafting system, deflection, crew, 5 whys.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan nikmat rahmat, berkat dan kesempatannya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, lancar dan tepat waktu. Tugas akhir yang berjudul “Analisa Penyebab Kebocoran Kamar Mesin pada KM. Nusantara Akbar” ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program strata satu teknik di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini sangat jauh dari kata sempurna karena terdapat banyak kendala dan keterbatasan yang ditemui. Maka dari itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat dibutuhkan oleh penulis untuk memperbaiki tugas akhir ini. Penulis juga memohon maaf apabila dalam proses pengerjaan tugas akhir ini terdapat banyak kesalahan yang disengaja maupun tidak disengaja.

Selama proses pengerjaan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Seluruh keluarga yang berada di Malang.
2. Bapak Dr. Eng Trika Pitana, S.T., M.Sc. dan Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc. sebagai dosen pembimbing pertama dan kedua.
3. Bapak Aleik Nurwahyudy, S.T., M.Sc. dari KNKT-Kementerian Perhubungan RI
4. Bapak Prof. Semin, S.T., M.T., P.hD sebagai dosen wali selama saya menempuh belajar tahap strata satu teknik di ITS.
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Departemen Teknik Sistem Perkapalan.

6. Seluruh teman-teman di lab RAMS.
7. Seluruh teman-teman barakuda, khususnya Balqis Shintarahayu dan Moch. Jordan Ony Navaro.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis berharap agar apa yang telah ditulis dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis secara khusus, pembaca, serta nusa dan bangsa.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	6
I.3. Batasan Masalah	6
I.4. Tujuan Penelitian	7
I.5. Manfaat Penulisan	7
BAB II.....	9
II.1. Jenis-Jenis Keadaan Darurat	9
II.2. KM. Nusantara Akbar	11
II.3. <i>5 whys Method</i>	16
II.4. RealityCharting Simplified Software.	28
II.4 BKI VOLUME III CHAPTER 4.....	29
II.5 <i>Autodesk Inventor 3D</i>	32
BAB III	35
BAB IV	39
IV.1. Umum	39
IV.2. Analisa dan identifikasi Data.....	39
IV.2.1. Sistem Perporosan.....	40

IV.2.3. Laporan Kejadian Kecelakaan	40
IV.2.4. <i>Docking Report</i>	41
IV.2.5. Dokumen ABK	42
IV.2.6. dokumen-dokumen lainnya tentang perjalanan kapal.....	42
IV.3. Analisa Penyebab.....	42
IV.3.1. Tinjauan Teknis	42
4.3.2. Analisa Non-Teknis	63
BAB V	67
V.1. Kesimpulan	67
Faktor Teknis	67
Faktor Non-Teknis	68
V.2. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. KM. Nusantara Akbar	6
Gambar II.1. Skema sistem perporosan pelumasan air laut	12
Gambar II.2. Kondisi kopling KM. Nusantara Akbar.	14
Gambar II.3. Kondisi poros antara dan bantalan poros KM. Nusantara Akbar.....	15
Gambar II.4. Unsur-unsur dari sebuah efek.	19
Gambar II.5. Rantai sebab-akibat.....	19
Gambar II.6. <i>Why tree</i>	22
Gambar II.7. Pertanyaan tingkat ke 1 hingga 3	23
Gambar II.8. Pertanyaan tingkat ke 1 hingga 7	24
Gambar II.9. Penggunaan pertanyaan awal.....	25
Gambar II.10. Penggunaan <i>And Gate</i>	26
Gambar II.11. Penentuan <i>latent issue</i>	27
Gambar II.12. Acuan penggunaan <i>Why tree</i>	27
Gambar II.13. Tampilan RealityCharting Software	28
Gambar II.14. Salah satu contoh penggunaan <i>Autodesk Inventor 3D</i>	33
Gambar III.1. Bagan alur metodologi penelitian.....	35
Gambar IV.1. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap kedua.....	43
Gambar IV.2. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap ketiga.....	44
Gambar IV.3. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap ketiga.....	44
Gambar IV.4. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap keempat.....	45

Gambar IV.5. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap keempat.....	46
Gambar IV.6. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap keempat.....	46
Gambar IV.7. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap keempat.....	47
Gambar IV.8. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap kelima.	47
Gambar IV.9. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap kelima.	48
Gambar IV.10. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap kelima.	48
Gambar IV.11. pembuatan <i>Why Tree</i> tahap keenam.	49
Gambar IV.12. pemasukan bukti untuk memperkuat kejadian.	50
Gambar IV.13. pembuatan solusi pada masing-masing kejadian.	51
Gambar IV.14. Free Body Diagram	57
Gambar IV.15. pembuatan poros dan <i>flanges</i> sesuai dimensi yang ditentukan.	60
Gambar IV.16. proses assembly.....	60
Gambar IV.17. proses pembuatan dan pemasangan baut....	61
Gambar IV.18. Kondisi poros dengan 7 baut.	61
Gambar IV.20. Kondisi poros dengan 7 baut.	62
Gambar IV.21. hasil perhitungan untuk 8 baut.	63

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Statistik kegagalan kapal dari ABS selama 2000-2010	2
Tabel I.2. Kasus kecelakaan transportasi laut yang telah ditangani KNKT.....	2
Tabel II.1. Tabel 5 <i>Whys</i>	17
Tabel IV.1. Tabel 5 <i>Whys</i> tinjauan teknis.	51
Tabel IV.2. Tabel 5 <i>Whys</i> tinjauan non-teknis.	64

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Kebocoran ialah air masuk ke dalam salah satu ruangan atau kompartemen dari kapal yang disebabkan oleh bocornya ruang tersebut atau hal lain yang menyebabkan air dapat masuk ke ruangan kapal. Hal ini harus dihindari sebisa mungkin karena dapat menimbulkan kerugian nahkoda dan ABK, pemilik kapal, lingkungan laut dan terganggunya ekosistem dasar laut. Kebocoran pada kapal dapat terjadi karena kapal kandas, kebakaran, pelat kapal yang korosi atau dari faktor internal permesinan seperti *packing* atau *seal* yang tidak bisa menahan laju air.. Keadaan darurat akan tiba apabila air masuk dengan cepat ke dalam ruangan atau kompartemen kapal, namun di lain sisi kemampuan untuk mengatasi kebocoran sangatlah terbatas. Bahkan jika hal ini dibiarkan maka kapal akan mengalami kemiringan hingga tenggelam. Keadaan lebih rumit akan datang ketika pengambilan keputusan dan pelaksanaannya tidak didukung sepenuhnya oleh ABK.

Sementara itu kamar mesin merupakan salah satu bagian yang sangat vital dalam sebuah kapal, dapat berlayar atau tidaknya suatu kapal motor akan dipengaruhi kondisi pada kamar mesin tersebut, karena di dalam kamar mesin sendiri terdapat banyak sistem yang menunjang olah gerak kapal mulai dari sistem permesinan utama yang menghasilkan daya untuk kapal, sistem permesinan bantu untuk menggerakkan daun kemudi, sistem pembangkit listrik/generator yang menyediakan suplai listrik untuk kapal dan sistem perporosan yang berfungsi menyalurkan

daya dari mesin utama ke *propeller* sebagai penggerak. Namun menurut data pada tabel I.1 yang diperoleh dari ABS, banyak kecelakaan kapal yang diawali dari kegagalan sistem di kamar mesin, hal itu tentunya harus menjadi perhatian khusus karena jika sampai terjadi kegagalan sistem yang berada di kamar mesin tentunya akan sangat mempengaruhi keselamatan dari kapal itu sendiri.

Tabel I.1. Statistik kegagalan kapal dari ABS selama 2000-2010

Failure reason	Heavy weather	Contact	Collision	Grounding	Machinery	Fire/Explosion	Other
	3%	9%	21%	20%	31%	6%	10%

(Sumber : *ABS statistic, 2010*)

Menurut KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi) dari beberapa kecelakaan kapal yang terjadi, banyak yang diantaranya diawali dari kegagalan sistem di kamar mesin, mulai dari kebakaran hingga kebocoran air laut yang masuk ke dalam kamar mesin yang disebabkan oleh beberapa penyebab seperti yang tertera pada tabel I.2.

Tabel I.2. Kasus kecelakaan transportasi laut yang telah ditangani KNKT.

NO.	INVESTIGASI	WAKTU KEJADIAN	STATUS LAPORAN
1.	Kebakaran MV. Gelis Rauh	17 Agustus 2014	DLF
2.	Kebakaran di Kamar Mesin FSO. Cilacap	15 September 2014	DLF

NO.	INVESTIGASI	WAKTU KEJADIAN	STATUS LAPORAN
3.	Kebakaran di Kamar Mesin. MV Java Bonitos	15 Agustus 2014	DLF
4.	Kebakaran di KM. Asia Raya	15 Mei 2015	DLF
5.	Tubruka MV. Leo Perdana dengan MV. Navigator Aries	21 Juni 2015	DLP
6.	Tenggelamnya KM. Meratus Banjar 2	2 September 2015	DLP
7.	Kebakaran di KM. Otong Kosasih	21 September 2015	DLF
8.	Kebakaran di KM. New Glory		DLF
9.	Tenggelamnya KM. Wihan Sejahtera		DLF
10.	Kebakaran di Kamar Mesin MT. Nusa Bintang		DLF
11.	Kandasnya MV. Hanjin Aqua		DLF
12.	Kandasnya MV. Sea Prince		DLF
13.	Tubrukan antara MV. Stolt Commitment – MV. Thorco Cloud		DLF
14.	Tenggelamnya KM. Marina Baru 2b		DLF
15.	Kebocoran di Kamar Mesin dan meninggalnya awak	Februari 2016	DLF

NO.	INVESTIGASI	WAKTU KEJADIAN	STATUS LAPORAN
	mesin KM. Nusantara Akbar		
16.	Tenggelamnya KMP. Rafelia 2	4 Maret 2016	DLF
17.	Meninggalnya awak kapal MV. Glovis Mapple		DLP
18.	Kebakaran di SPOB. Kapuas		DLP
19.	Tubrukan antara LCT VIP Asia Jaya – MV. Yue May	01 Juni 2016	DLP
20.	Kandasnya KM. Bukit Raya	04 Juni 2016	DLP

(Sumber : KNKT, 2016)

Dalam penelitian ini akan diangkat masalah tentang penyebab kebocoran air laut yang masuk ke kamar mesin KM. Nusantara Akbar seperti pada gambar I.1. Penelitian ini akan menganalisa penyebab dari air yang masuk ke dalam kamar mesin KM. Nusantara Akbar, namun yang menjadi titik fokus dalam penelitian ini adalah kebocoran yang disebabkan oleh poros yang defleksi karena dari data lapangan yang diberikan oleh KNKT, diketahui penyebab dari kebocoran pada kamar mesin adalah *packing* yang terdorong oleh poros yang defleksi sehingga *packing* tidak dapat menahan laju air.

Dalam pengerjaan penelitian ini akan dilakukan dari dua sudut tinjauan, yaitu tinjauan dari sisi teknis dan tinjauan

dari sisi non-teknis. Tinjauan sisi teknis merupakan tinjauan berdasarkan cara kerja sistem yang ada di kamar mesin khususnya sistem perporosan dan komponen-komponennya, sedangkan untuk tinjauan dari sisi non-teknis merupakan faktor-faktor lain yang mempengaruhi cara kerja dari sistem-sistem yang ada di kamar mesin khususnya untuk sistem perporosan tersebut seperti ABK, kondisi tempat kerja dan lain-lain. Pada awalnya masing-masing tinjauan teknis dan non-teknis dilakukan menggunakan analisa pohon masalah atau *fault tree*. Analisa pohon masalah adalah suatu langkah pemecahan masalah dengan mencari sebab dari suatu akibat. Metode ini adalah suatu teknik untuk mengidentifikasi semua masalah dalam suatu situasi tertentu dan memperagakan informasi ini sebagai rangkaian hubungan sebab akibat. Pada langkah selanjutnya dilakukan analisa teknis dan analisa non-teknis menggunakan metode *5 whys*. Analisa *5 whys* adalah adalah teknik tanya-jawab sederhana untuk menyelidiki hubungan sebab akibat yang menjadi akar dari suatu permasalahan. Teknik ini adalah praktik bertanya mengapa sebanyak lima kali, mengapa sebuah masalah teknis terjadi dalam upaya menentukan akar penyebab dari suatu kerusakan atau masalah dan akan dibantu menggunakan *software RealityCharting Simplified*. Kemudian untuk sisi teknis dibantu dengan pemodelan menggunakan aplikasi *Autodesk Inventor 3D* dan *rules BKI* terkait sistem untuk melakukan konfirmasi.



Gambar I.1. KM. Nusantara Akbar
(Sumber : vesseltracker.com)

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah penulis uraikan sebelumnya, maka rumusan permasalahan yang timbul adalah:

1. Apa saja faktor-faktor dan penyebab pasti dari kebocoran kamar mesin pada KM. Nusantara Akbar khususnya terkait sistem perporosan baik dari faktor teknis maupun non-teknis?
2. Rekomendasi-rekomendasi apa sajakah yang diperlukan untuk menghindari kejadian serupa?

I.3. Batasan Masalah

Batasan permasalahan pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Batasan masalah hanya penyebab kebocoran terkait sistem perporosan KM. Nusantara Akbar.
2. Penelitian hanya dilakukan terkait kekakuan dan ketegangan, bukan kelelahan (*fatigue*) dan kekedapan.

I.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan dari penyusunan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Menentukan faktor-faktor dan penyebab pasti dari kebocoran kamar mesin yang terjadi pada KM. Nusantara Akbar khususnya terkait sistem perporosan baik dari faktor teknis maupun non-teknis.
2. Menentukan tindakan pencegahan apa saja yang perlu diambil untuk mencegah terjadinya kebocoran di kamar mesin terkait dengan sistem perporosan.

I.5. Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini antara lain :

1. Membantu ABK, *owner* dan pihak terkait untuk mengetahui penyebab dari poros yang defleksi pada KM. Nusantara Akbar secara pasti.
2. Membantu pihak operator kapal sebagai bahan evaluasi pada Standar Operasional Prosedur (SOP) yang telah diterapkan pada kapal lainnya.
3. Membantu ABK supaya lebih efektif jika menghadapi situasi seperti ini.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Jenis-Jenis Keadaan Darurat

Kapal laut yang melakukan aktivitasnya dapat mengalami masalah yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti cuaca, keadaan alur pelayaran, kapal, manusia, dan lain-lain yang tidak dapat diduga sebelumnya, sehingga pada akhirnya menimbulkan gangguan pelayaran pada kapal. Gangguan pelayaran kadang dapat diatasi atau perlu mendapat bantuan dari pihak lain, bahkan dapat pula mengakibatkan nahkoda dan ABK harus meninggalkan kapalnya. Keadaan gangguan pelayaran sesuai situasi dapat dikelompokkan berdasarkan kejadiannya sendiri, yaitu :

- Tubrukan.
- Kebakaran / ledakan.
- Kandas
- Kebocoran / tenggelam
- Orang jatuh ketengah laut.
- Pencemaran.

Keadaan darurat dapat menyebabkan kerugian bagi semua pihak, sehingga perlu dipahami kondisinya guna memiliki kemampuan dasar mengidentifikasi tanda-tanda keadaan agar situasinya mampu diatasi oleh nahkoda beserta anak buahnya maupun kerja sama dengan pihak terkait.

a. Tubrukan

Keadaan darurat karena tubrukan kapal dengan kapal atau dengan dermaga maupun dengan benda tertentu akan memungkinkan terdapat situasi kerusakan pada

kapal, korban manusia, tumpahan minyak ke laut, pencemaran dan kebakaran. Situasi lainnya adalah kepanikan ABK di kapal yang justru memperlambat tindakan pengamanan penyelamatan dan penanggulangan keadaan darurat tersebut.

b. Kebakaran/ledakan

Kebakaran di kapal dapat terjadi di berbagai lokasi rawan, misalnya di kamar mesin, ruang muatan, gudang penyimpanan perlengkapan kapal, instalasi listrik, dan ruang akomodasi nahkoda maupun ABK.

c. Kandas

Kapal kandas pada umumnya didahului dengan tanda-tanda putaran baling-baling terasa berat, asap di cerobong mendadak menghitam, badan kapal bergetar dan kecepatan kapal berubah dan mendadak berhenti. Pada saat kandas, kapal tidak bergerak dan posisi kapal akan sangat bergantung pada permukaan dasar perairan dan situasi di dalam akan sangat tergantung pada keadaan kapal tersebut.

d. Kebocoran/tenggelam

Kebocoran pada kapal dapat terjadi karena kapal kandas, tetapi dapat juga terjadi karena tubrukan maupun kebakaran, kerusakan sistem perporosan serta kerusakan pelat kulit kapal karena korosi. Air yang masuk dengan cepat sementara kemampuan mengatasi kebocoran terbatas, bahkan kapal menjadi miring membuat situasi sulit diatasi. Keadaan darurat ini akan menjadi rumit apabila pengambilan keputusan dan pelaksanaannya tidak didukung sepenuhnya oleh seluruh anak buah kapal.

e. Orang jatuh ke laut

Orang jatuh ke laut merupakan salah satu bentuk kecelakaan yang membuat situasi menjadi darurat dalam

upaya melakukan penyelamatan. Pertolongan yang diberikan tidak dengan mudah dilakukan karena akan sangat tergantung pada keadaan cuaca saat itu serta kemampuan yang akan memberi pertolongan, maupun fasilitas yang tersedia.

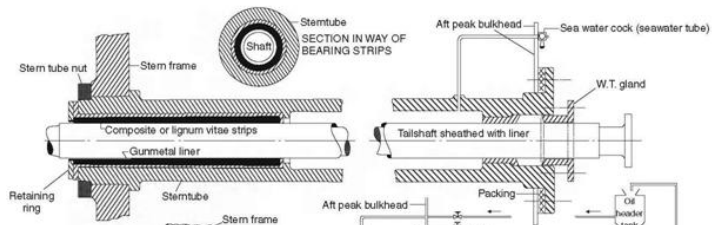
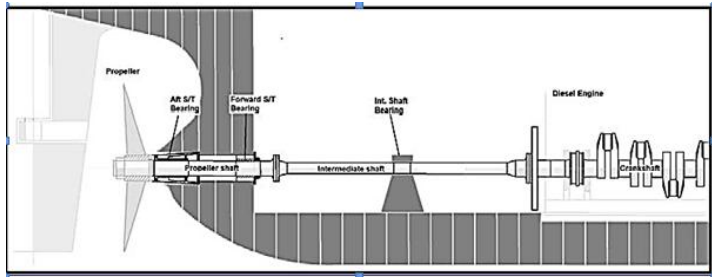
f. Pencemaran

Pencemaran laut dapat terjadi karena buangan sampah dan tumpahan minyak saat bunkering, buangan limbah muatan kapal tangki, buangan tangki yang tertumpah akibat tubrukan atau kebocoran. Upaya untuk mengatasi pencemaran yang terjadi memerlukan peralatan, tenaga manusia yang terlatih dan kemungkinan-kemungkinan risiko yang harus ditanggung oleh pihak yang melanggar ketentuan tentang pencegahan pencemaran.

II.2. KM. Nusantara Akbar

KM. Nusantara Akbar merupakan kapal tanker yang mengangkut *chemical oil/product oil*. KM. Nusantara Akbar sendiri mengalami insiden berupa kebocoran air laut yang masuk ke dalam kamar mesin pada hari Minggu, 14 Februari 2016. KM. Nusantara Akbar mengalami insiden ini ketika sedang lego jangkar di sekitar Pelabuhan Dumai. Berikut ini ukuran utama KM. Nusantara Akbar :

<i>IMO Number</i>	: 8317411
<i>Flag</i>	: Indonesia
<i>Type</i>	: <i>Chemical/oil products tanker</i>
<i>Built</i>	: 1983
<i>Lpp</i>	: 108 m
<i>B</i>	: 17 m
<i>T</i>	: 7 m
<i>Gross Tonnage</i>	: 4020 t



Gambar II.1. Skema sistem perporosan pelumasan air laut.

(sumber : KNKT, 2016)

Pada sistem perporosan seperti gambar II.1 diatas terdapat beberapa komponen utama seperti :

1. *Propeller*

Propeller adalah bagian yang sangat penting dalam menentukan oleh gerak kapal. *Propeller* sendiri adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan gaya dorong. *Propeller* tersebut digerakkan oleh daya dari mesin yang ditransmisikan melalui poros *propeller*.

2. *Intermediate shaft*/poros penghubung

Poros penghubung/poros antara berfungsi untuk menghubungkan *tail shaft* dan *crank shaft*.

3. *Bearing*/bantalan poros
Bantalan merupakan elemen mesin yang berfungsi sebagai penunpu terhadap poros yang berbeban dan berputar, sehingga putaran poros dapat berlangsung secara halus dan aman serta mempunyai daya tahan yang lama. Bantalan yang digunakan harus mempunyai ketahanan terhadap getaran dan hentakan.
4. *Kopling/Clutch*
Kopling adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan dua poros pada kedua ujungnya dengan tujuan untuk mentransmisikan daya mekanis.
5. *Propeller shaft*
Poros yang terletak paling akhir dan berfungsi sebagai tempat dudukan dari *propeller*.
6. *Stern tube*
Merupakan sebuah pipa yang terbuat dari besi cor yang terletak antara buritan kapal sampai kamar mesin yang berfungsi untuk melindungi poros dari benturan-benturan dan sebagai tempat dudukan bantalan.

Pada sistem perporosan kapal terdapat beberapa beban yang diterima ketika sistem perporosan tersebut beroperasi seperti :

1. Momen torsi
2. Momen bending
3. Gaya dorong aksial
4. Gaya dorong lateral
5. Beban transversal yang diterima akibat gaya gravitasi dan akibat massa dari komponen-komponen itu sendiri.

Sementara itu terdapat beberapa faktor utama yang dapat mempengaruhi alignment dari sistem perporosan, yaitu :

1. Struktur lambung defleksi yang bisa diakibatkan oleh beban statis kargo, pengoperasian ballast system dan karena cuaca.
2. Kenaikan suhu dari komponen-komponen dan struktur lambung.
3. Ketidak-layakan komponen-komponen bantalan poros dan stern tube.
4. Beban hidrodinamis yang diterima oleh *propeller*, baik aksial maupun lateral ketika *propeller* menghasilkan daya dorong terhadap kapal.

Pada sistem perporosan KM. Nusantara Akbar menggunakan sistem pelumasan air laut. Menurut analisa sementara dari KNKT ditemukan beberapa kerusakan dan kegagalan pada beberapa komponen yang menyebabkan poros *propeller* mengalami defleksi, seperti pada gambar II.2 dibawah ini.



Gambar II.2. Kondisi kopling KM. Nusantara Akbar.
(Sumber : Laporan Kejadian KM. Nusantara Akbar,
KNKT, 2016)

1. 1 buah baut kopling tidak berada pada tempatnya (A).
2. 1 buah baut kopling patah (B)
3. 2 buah hamper terlepas, kemungkinan putus ditengah
4. 2 buah baut masih terpasang tetapi ada tambahan ring, seharusnya tidak boleh.
5. 2 buah yang berada dibagian bawah tidak terlihat pada gambar ini.
6. Melihat pengikatan baut pada kopling poros ini, kemungkinan bukan baut pas.



Gambar II.3. Kondisi poros antara dan bantalan poros
KM. Nusantara Akbar

(Sumber : Laporan Kejadian KM. Nusantara Akbar,
KNKT, 2016)

7. Bila poros antara berputar, bantalan poros antara akan bergoyang. Untuk mengurangi goyangan maka dipasang sebuah *tackle block* seperti pada gambar II.3(pada gambar ini rantai *tackle* diikatkan ke fondasi bantalan.

II.3. *5 whys Method*

Deskripsi dari Metode 5 whys RCFA

Metode 5 whys adalah metode membantu untuk menentukan hubungan sebab-akibat dalam masalah atau peristiwa kegagalan. Hal ini dapat digunakan setiap kali terjadi masalah pada suatu sistem. Menggunakan 5 whys adalah cara sederhana untuk mencoba memecahkan masalah lain tanpa penyelidikan rinci yang membutuhkan banyak sumber. Ketika masalah melibatkan faktor manusia, metode ini adalah yang paling mudah untuk digunakan. Metode ini adalah salah satu metode investigasi sederhana yang dengan mudah dapat diselesaikan tanpa analisis statistik. Juga dikenal sebagai *Why tree*, dimana itu adalah bentuk sederhana dari analisa akar penyebab, dengan cara berulang kali mengajukan pertanyaan, "Mengapa?" maka dapat mengupas lapisan masalah dan gejala yang dapat menyebabkan akar penyebab.

Pada tahap pertama dimulai dengan sebuah pernyataan yaitu mengapa hal itu terjadi. Tahap selanjutnya adalah mengubah jawaban untuk pertanyaan pertama menjadi pertanyaan mengapa untuk pertanyaan kedua. Jawaban berikutnya menjadi pertanyaan mengapa pada tingkat ketiga dan seterusnya. Dengan memperbanyak pertanyaan mengapa, maka akan meningkatkan kemungkinan menemukan akar penyebab yang mendasari masalah atau kegagalan. Meskipun teknik ini disebut '5 whys', lima adalah aturan praktis. Selain itu ada pula teori yang mengatakan bahwa 7 'mengapa' lebih baik dan bahwa 5 'mengapa' tidak cukup untuk mengungkap penyebab yang sesungguhnya pada kegagalan tersebut.

Dalam analisa 5 whys juga tersirat suatu metode meskipun tidak sering dinyatakan secara terbuka, yaitu penggunaan penggunaan *Why tree*, metode ini juga disebut *Fault Tree Analysis*. Metode ini adalah salah satu cara terbaik untuk mengawali 5 whys sehingga penyebab yang mungkin dapat

terlihat. *Why tree* yang awalnya hanya masalah sederhana dapat tumbuh besar dengan berbagai sebab-akibat cabang.

Metode 5 *whys* menggunakan tabel *Why Question* ke daftar berurutan pertanyaan dan jawabannya. Tabel II.1 adalah contoh dari metode 5 *whys*. Pada tabel itu setiap jawaban akan menjadi pertanyaan pada proses berikutnya. Sangat penting bahwa setiap pertanyaan Mengapa adalah jawaban yang sebelumnya karena akan menciptakan hubungan yang jelas dan tak terbantahkan diantara keduanya seperti pada contoh tabel II.1. di bawah ini.

Tabel II.1. Tabel 5 *Whys*

5 <i>whys</i> Question Table				
<i>Problem Statement:</i> <i>On your way home from work your car stopped in the middle of the road.</i>				
<i>Recommended Solution:</i> <i>Carry a credit card to access money when needed.</i>				
<i>Latent Issues:</i> <i>Putting all the money into gambling shows lack of personal control and responsibility over money.</i>				
No.	<i>Why Questions</i>	<i>Answer</i>	<i>Evidence</i>	<i>Solution</i>
1.	<i>Why did the car stop?</i>	<i>Because it ran out of gas in a back street on the way home</i>	<i>Car stopped at side of road</i>	
2.	<i>Why did gas run?</i>	<i>Because I didn't put any gas into the car on my way to work this morning.</i>	<i>Fuel gauge showed empty</i>	<i>Contact work and get someone to pick you up</i>
3.	<i>Why didn't you buy gas</i>	<i>Because I didn't have</i>	<i>Wallet was empty of</i>	<i>Keep a credit card</i>

	<i>this morning?</i>	<i>any money on me to buy petrol.</i>	<i>money</i>	<i>in the wallet</i>
4.	Why <i>didn't you have any money?</i>	<i>Because last night I lost it in a poker game I played with friends at my buddy's house</i>	<i>Poker game is held every Tuesday night</i>	<i>Stop going to the game</i>
5.	Why <i>did you lose your money in last night's poker game?</i>	<i>Because I am not good at 'bluffing' when I don't have a good poker hand and the other players jack-up the bets.</i>	<i>Has lost money in many other poker games</i>	<i>Go to poker School and become better at 'bluffing'</i>

(Sumber : *How to use the 5 whys for root cause analysis, lifetime-reliability.com*)

Prinsip dan aturan untuk membuat sebuah kejadian.

Pada sebuah *event* yang bertemakan hubungan sebab-akibat, terdapat beberapa prinsip yang harus digunakan sebagai dasar. Prinsip-prinsip tersebut adalah :

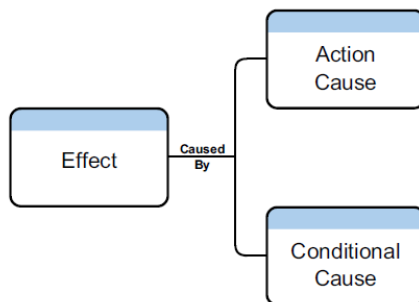
1. Efek dan penyebabnya adalah hal yang sama.

Efek dan penyebabnya adalah hal yang sama, karena suatu kejadian anatu *event* bisa jadi merupakan suatu efek dan bisa jadi suatu penyebab. Perbedaan dari suatu kejadian menjadi efek atau penyebab adalah terletak dari sisi bagian mana kita melihatnya. Suatu contoh adalah kejadian kebakaran rumah, meledaknya tabung gas elpiji adalah suatu penyebab. Namun,

jika kita menanyakan mengapa tabung elpiji tersebut meledak maka kejadian tabung elpiji adalah suatu efek dan penyebabnya adalah selang elpiji yang bocor dan begitu seterusnya.

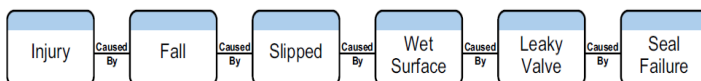
2. Setiap efek mempunyai sekurang-kurangnya dua penyebab.

Setiap efek sekurang-kurangnya mempunyai dua penyebab, penyebab yang pertama dikelompokkan sebagai aksi dan penyebab yang kedua dikelompokkan sebagai kondisi seperti pada gambar II.4. Aksi adalah suatu interaksi terhadap suatu kondisi yang menyebabkan suatu efek, sedangkan kondisi adalah keadaan dasar dimana keadaan itu akan menjadi sebuah efek jika dipicu sebuah aksi.



Gambar II.4. Unsur-unsur dari sebuah efek.
(sumber : *RealityCharting.com*)

3. Efek dan sebabnya merupakan sebuah rantai kejadian yang jumlahnya tak terbatas.



Gambar II.5. Rantai sebab-akibat.
(sumber : *RealityCharting.com*)

Dari gambar II.5 diatas dapat dilihat bahwa efek dan penyebabnya adalah merupakan rantai kejadian yang tak terbatas jumlah. Pada gambar diatas juga masih dapat digali lagi penyebabnya seperti mengapa *seal* rusak dan seterusnya atau bertanya apa efek dari sebuah cedera. Namun, yang menjadi persoalan adalah bagaimana kita menentukan *event* awal dan penyebab akhirnya.

Jika kita sebuah safety engineer yang menjadi fokus perhatian adalah sebuah valve yang bocor, namun jika kita seorang korban terpeleset yang menjadi perhatian adalah mengapa saya terpeleset sebagai top *event*nya. Dalam hal ini yang menjadi alasan dalam penentuan top *event* adalah apakah fokus perhatian kita dari suatu rantai kejadian untuk dihilangkan atau diminimalisir.

Kemudian batasan untuk penyebab akhir adalah apakah titik batasan kita, batas pengetahuan kita, waktu yang tersedia dan solusi favorit. Contoh pada hal ini adalah jika suatu efek disebabkan oleh terjadinya gravitasi, maka kita tidak mungkin untuk menanyakan mengapa terjadi gravitasi?. Contoh lain adalah sebuah kebakaran yang disebabkan oleh segitiga api yaitu adanya oksigen, maka kita juga tidak akan mungkin menanyakan mengapa tersedia oksigen?

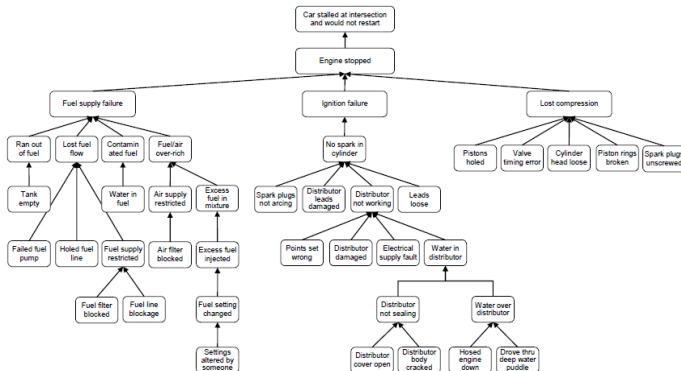
4. Efek dan penyebabnya terjadi pada satu periode waktu.

Sebuah efek akan terjadi jika penyebab aksi dan penyebab kondisi bekerja dalam waktu yang bersamaan. Contoh dari hal ini adalah api tidak akan muncul jika disitu tidak terdapat oksigen dan sumber pemantik secara bersamaan. Jika terdapat oksigen pada pukul x dan terdapat sumber pemantik pada pukul y maka dari penyebab itu tidak akan menyebabkan efek suatu kebakaran.

Membuat sebuah *Why tree* untuk mengawalinya

Kebanyakan orang memulai metode 5 *whys* dengan menggunakan tabel 5 *whys*, dengan setiap pertanyaan Mengapa mereka dimasukkan ke dalam jawaban dan kemudian dijadikan pertanyaan berikutnya. Hal ini adalah pertanyaan dan jawaban *tic-tac-toe* terus sampai akar penyebab ditemukan. Kemudian yang sering dilupakan adalah fakta bahwa kegagalan dapat dipicu oleh beberapa penyebab dan beberapa kombinasi dari penyebab. Menggunakan tabel *Why Question* saja diperbolehkan jika hanya ada satu penyebab dari semua efek yang tertulis di dalam tabel.

Konektivitas logis antara peristiwa dan semua penyebabnya dapat dilihat menggunakan *why tree*. Membuat *Why tree* akan memberikan kesempatan yang lebih baik karena dapat mengetahui semua kemungkinan penyebab yang dapat mengakibatkan kegagalan. Dengan hanya menggunakan pertanyaan mengapa tanpa *Why tree* untuk membimbing, maka akan terjadi kemungkinan untuk tidak pernah menemukan semua akar penyebab-penyebabnya. Suatu pertanyaan akan selalu bisa menjawab, tetapi tidak berarti bahwa jawabannya benar atau semua penyebab yang diperlukan dari masalah telah teridentifikasi. Hal itu tidak akan tepat untuk melakukan analisis 5 *whys* jika dengan hanya menyelesaikan Tabel 5 *whys* dan berharap untuk menemukan pada akar penyebab sebenarnya hanya karena pertanyaan telah dijawab. Pertama, Kita harus membuat tingkat pertama dari *Why tree* dan mengajukan pertanyaan 5 *whys* untuk setiap tingkat untuk menemukan jalan kegagalan riil melalui tingkat penyebab.

Gambar II.6. *Why tree*

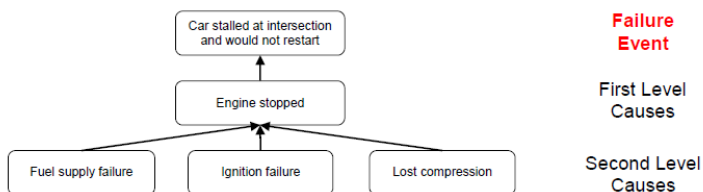
(Sumber : *How to use the 5 whys for root cause analysis, lifetime-reliability.com*)

Gambar II.6 menunjukkan *why tree* yang parsial untuk kejadian mobil yang mogok. Tim analisis menggunakan pengalaman kolektif dan pengetahuan tentang penyebab mobil mogok untuk secara logis mengembangkan tingkat pertama dari *why tree*. Setelah mengidentifikasi semua penyebab tingkat pertama mungkin masalah selanjutnya adalah mengajukan pertanyaan mengapa untuk menemukan penyebab sebenarnya tingkat pertama.

Kegagalan sebuah mobil penumpang dapat disebabkan dari kegagalan sistem listrik, “OR” dari kegagalan sistem bahan bakar, “OR” oleh hilangnya kompresi mesin. Setiap penyebab diduga independen dari penyebab lainnya sehingga dikenal sebagai *OR gate*. Untuk masing-masing tiga penyebab kita bisa mengembangkan penyebab berikutnya. Setelah tingkat kedua penyebab kita dapat membuat tingkat ketiga untuk masing-masing dari penyebab. Setelah tingkat ketiga kita membuat tingkat keempat, dan seterusnya sampai ada banyak cabang, dengan puluhan kotak *Why tree* yang terdapat hubungan sebab dan akibat.

Gambar II.6 menunjukkan bagian atas *why tree* dengan tiga cabang dan akan menuju ke kemungkinan akar penyebab. Dua dari 3 cabang tidak perlu dikembangkan karena jika dilakukan pengembangan akan sia-sia. Pada setiap tingkat jalan kegagalan yang benar harus diidentifikasi oleh pembuktian dan kemungkinan lainnya dihilangkan. Hal ini akan membuang waktu dalam analisis kegagalan 5 *whys* jika mengembangkan cabang-cabang yang tidak menyebabkan puncak acara kegagalan. Kecuali jika kita sedang melakukan analisis risiko, dan bukan analisis kegagalan.

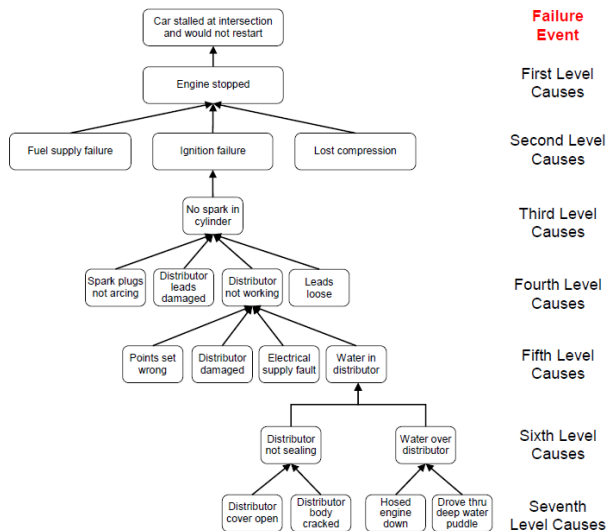
Pendekatan dengan 5 *whys* untuk analisis akar penyebab dimulai mengidentifikasi semua penyebab tingkat pertama. Gunakan bukti dan logika untuk membuktikan mana yang menyebabkan kegagalan tentang insiden itu. Setelah penyebab tingkat pertama telah selesai kemudian dapat dilanjutkan ke penyebab tingkat kedua dan menentukan apa saja yang menyebabkan kegagalan pada tingkat pertama. Dalam Gambar II.7 pertanyaan mengapa yang pertama adalah, 'Mengapa mobil mogok?' Jawabannya adalah mesin berhenti bekerja dengan bukti bahwa mesin tidak menyala lagi. Pada tingkat kedua pertanyaan menjadi, 'Mengapa mesin berhenti bekerja?' Kegagalan komponen penting dalam salah satu dari tiga sistem yang memungkinkan mesin pembakaran internal untuk berhenti bekerja. Kelistrikan, bahan bakar dan proses mekanik akan menghentikan mesin.



Gambar II.7. Pertanyaan tingkat ke 1 hingga 3.

(Sumber : *How to use the 5 whys for root cause analysis, lifetime-reliability.com*)

Pada tingkat kedua ada ketiga telah terdapat alasan mengapa mesin berhenti bekerja. Kita tidak harus membuat pertanyaan pada tingkat ketiga jika kita tahu jawaban yang benar pada tingkat kedua. Analisa 5 *whys* harus berhenti di sini sambil menunggu bukti untuk yang jalur selanjutnya. Kebanyakan orang menggunakan metode 5 *whys* untuk mengharapkan bahwa tim akan melakukan analisis secara kolektif dan memilih penyebab penghentian mesin. Tetapi ada tiga jalur yang menjadi kemungkinan dan hanya satu yang benar dan menganggap bahwa pada jalur lainnya tidak ada interaksi antar penyebab dalam menyebabkan acara kegagalan. Jika kita memiliki bukti yang meyakinkan maka kita dan tim analisis akan tahu jawaban yang tepat untuk pertanyaan di tingkat kedua. Jika kita tidak memiliki bukti yang benar maka hal yang harus dilakuakn adalah melakukan identifikasi di lapangan hingga menemukan bukti yang mendukung.



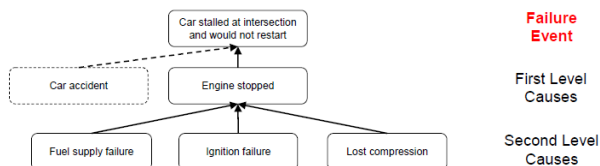
Gambar II.8. Pertanyaan tingkat ke 1 hingga 7.

(Sumber : *How to use the 5 whys for root cause analysis*,
lifetime-reliability.com)

Penggunaan bukti sebagai fakta untuk mengkonfirmasi penyebab adalah hal yang sangat penting untuk setiap tingkat di *Why tree*, bukti sendiri akan menunjukkan kita kepada penyebab utamanya. Selain itu logika yang baik tentang keilmiahan juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan, karena tanpa keduanya jika kita menggunakan metode 5 *whys* kita hanya akan menerima jawaban yang hanya benar berdasarkan keyakinan semata. Mengisi tabel 5 *whys* dilakukan jika setiap tingkat penyebab telah dikonfirmasi. Pada Gambar II.8 *why tree* telah mencapai tingkat ketujuh, ada banyak pertanyaan yang harus ditanyakan dan jawaban dibuktikan. Jika Kita tidak memiliki jawaban benar untuk setiap tingkat, segera menghentikan analisis dan mengirim tim untuk menyelidiki dan menemukan fakta-fakta. Hanya dengan bukti-bukti yang nyata dan logika keilmiahan maka akan ditemukan penyebab benar.

Memilih pertanyaan awal dalam *Why tree*

Jika Kita memilih *event* pada puncak kegagalan terlalu rendah mungkin tidak akan menemukan akar penyebab yang benar. Memilih mesin yang berhenti bekerja sebagai *top event* akan kurang efektif, karena dengan asumsi sedemikian akan menyebabkan perkiraan penyebab kegagalan adalah mesin yang berhenti beroperasi. Sehingga *top event* adalah mengapa mobil mogok? Yang kemudian diasumsikan bahwa salah satu penyebab mobil yang mogok adalah mesin yang berhenti bekerja seperti pada gambar II.9.

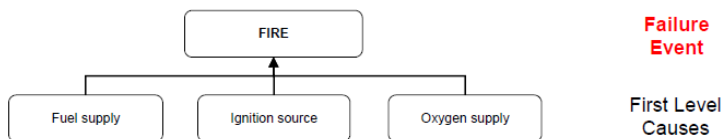


Gambar II.9. Penggunaan pertanyaan awal.

(Sumber : *How to use the 5 whys for root cause analysis, lifetime-reliability.com*)

Cara Menggunakan *AND Gates* dalam analisa *5 whys*

Banyak insiden kegagalan yang disebabkan oleh beberapa kejadian yang terjadi secara bersamaan untuk memicu *event* tingkat berikutnya. Seperti halnya api membutuhkan bahan bakar, oksigen dan sumber pengapian, ketiganya harus ada secara bersamaan. Pada jalur untuk *why tree* seperti itu akan selalu memiliki konfigurasi yang ditunjukkan pada Gambar II.10, dengan bahan bakar dan oksigen dan sumber penyalan yang ada secara bersama. Dalam *why tree* ketiganya harus ada secara bersamaan untuk penyebab sebuah kebakaran.



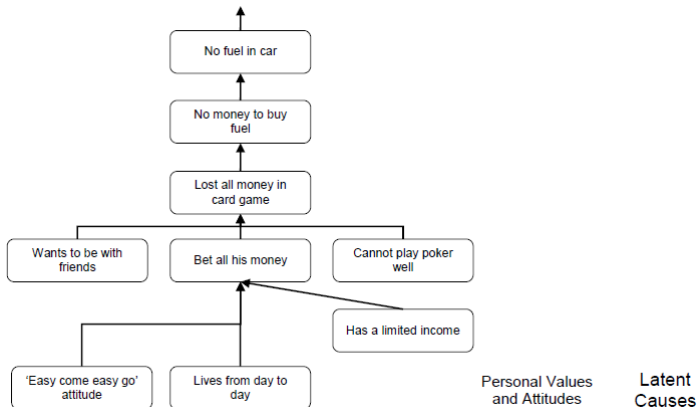
Gambar II.10. Penggunaan *And Gate*

(Sumber : *How to use the 5 whys for root cause analysis, lifetime-reliability.com*)

Menentukan Penyebab Spesifik Kegagalan - Mengidentifikasi Penyebab Laten

Pada Tabel II.1 Kita telah melihat tabel *5 whys* dari kegagalan pengiriman disebabkan oleh Penjaga toko yang tidak bekerja tidak tepat waktu. Ternyata hal itu disebabkan oleh kehilangan semua uangnya dalam permainan judi dan tidak punya uang lagi untuk membeli bensin untuk pergi bekerja. Meskipun ada beberapa kemungkinan jawaban yang tercantum dalam Tabel *5 whys* untuk mengatasi masalah atas disebabkan oleh tidak memiliki uang, tetapi hal yang terpenting adalah berhenti bertanya pada pertanyaan yang paling penting, mengapa ia berjudi dengan semua uang yang dia punya? orang ini memiliki pekerjaan dengan gaji rendah, ia memiliki keluarga yang harus ditanggung, ia harus utang untuk membayar, namun di sisi lain ia mempertaruhkan

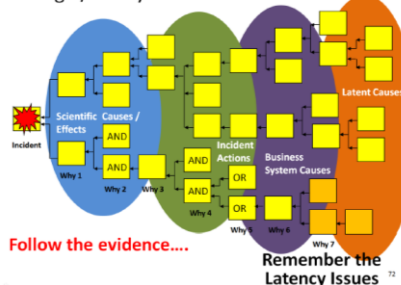
segala uang yang dimilikinya dalam permainan judi. Jadi dalam hal ini latent issuenya adalah ia ikut bermain judi dan menghabiskan semua uang yang dimilikinya. Hal ini akan merugikan diri sendiri, keluarga bahkan perusahaan dimana ia bekerja. Sebuah peristiwa kegagalan harus ditelusuri kembali ke faktor latennya seperti pada gambar II.11 dan II.12.



Gambar II.11. Penentuan *latent issue*.

(Sumber : *How to use the 5 whys for root cause analysis, lifetime-reliability.com*)

Using 5/7 Whys to Confirm Failure Path

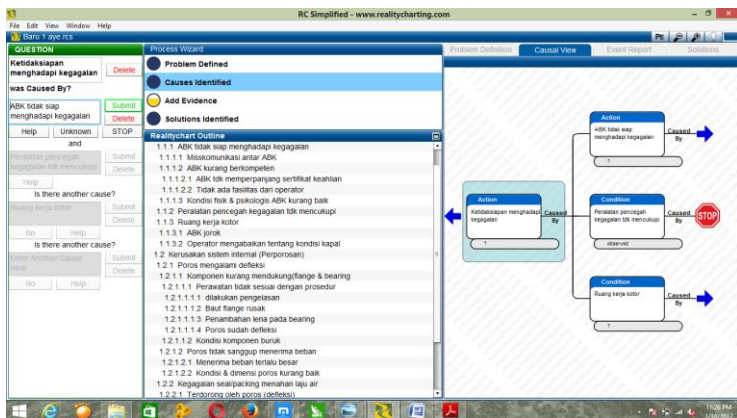


Gambar II.12. Acuan penggunaan *Why tree*

(Sumber : *How to use the 5 whys for root cause analysis, lifetime-reliability.com*)

II.4. RealityCharting Simplified Software.

Apollo Root Cause Analysis adalah suatu metodologi problem solving yang telah banyak digunakan sejak 35 tahun lalu. Dalam metode ini terdapat aturan dari Root Cause Analysis seperti 5 whys, fish bone diagram, Fault tree analysis, FMEA, Pareto analysis dan lain sebagainya. Metode ini ditemukan oleh Dean L Gano di Amerika Serikat dan terus dikembangkan sehingga menjadi metodologi yang paling efektif dalam menentukan suatu akar penyebab dari suatu masalah. Dengan semakin berkembangnya teknologi, Apollonia Publication mengembangkan Software RealityCharting sebagai tools atau alat yang dapat digunakan untuk analisa akar masalah dengan metodologi Apollo RCA. Fasilitas yang diberikan *RealityCharting Simplified* Software yaitu dapat memasukkan bukti-bukti dari suatu kejadian dan sekaligus solusinya. Pada gambar 13 adalah contoh halaman pada *RealityCharting Simplified* Software



Gambar II.13. Tampilan RealityCharting Software
(sumber : *RealityCharting.com*)

II.4 BKI VOLUME III CHAPTER 4

Berdasarkan *Rules BKI volume III tentang Rules For Machiney Installations Chapter 4* tentang *Main Shafting* telah diatur bahwa terdapat standar material dan ukuran untuk masing-masing komponen.

A. Material

Secara umum untuk material, minimum tensile strength untuk sistem perporosan (*Shaft, Flange couplings, bolts/fitted bolts*) adalah diantara 400 N/mm² hingga 800 N/mm², khusus untuk *fitted bolts connections* minimal *tensile strength* adalah lebih dari 500 N/mm².

Mekipun begitu, nilai dari Cm yang digunakan untuk perhitungan Rm harus kurang dari :

1. 600 N/mm² untuk *propeller shafts*.
2. 760 N/mm² untuk *shaft* yang terbuat dari baja kecuali *propeller shaft*.
3. 800 N/mm² untuk *shafts* yang terbuat dari *staniless steel*.

B. Dimensioning/Ukuran.

Untuk minimum ukuran *shaft* dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$Da \geq d \geq F.k. \sqrt[3]{\frac{Pw}{n \cdot [1 - (\frac{di}{da})^4]}} \cdot Cw$$

d = [mm] minimum required outer shaft diameter

da = [mm] actual outer shaft diameter

di = [mm] actual diameter of shaft bore. If the bore in the shaft is $\leq 0,4 \cdot da$, the expression

$1 - (\frac{di}{da})^4$ may be taken as 1,0

$P_w = [\text{kW}]$ rated power of propulsion motor, gear box and bearing losses are not to be subtracted

$N = [\text{RPM}]$ shaft speed at rated power

$F =$ factor for type of propulsion installation

a) Propeller shafts

$= 100$ for all types of installations

b) Intermediate and thrust shafts

$= 95$ for turbine installations, diesel engine installations with hydraulic slip couplings, electric propulsion installations

$= 100$ for all other propulsion installations

$C_w =$ material factor

$$\frac{560}{R_m + 160}$$

$R_m = [\text{N/mm}^2]$ specified minimum tensile strength of the shaft material (see also B.1)

$k =$ factor for the type of shaft

a. Intermediate shafts

$k = 1,0$ for plain sections of intermediate shafts with integral forged coupling flanges or with shrink-fitted keyless coupling flanges. For shafts with high vibratory torques, the diameter in way of shrink fitted couplings should be slightly increased, e.g. by 1 to 2 %.

$k = 1,10$ for intermediate shafts where the coupling flanges are mounted on the ends of the shaft with the aid of keys. At a distance of at least $0,2 \cdot d$ from the end of the keyway, such shafts can be reduced to a diameter calculated with $k = 1,0$.

$k = 1,10$ for intermediate shafts with radial holes which diameter is not exceeding $0,3 \cdot d$. Intersections between radial and eccentric axial holes require a special strength consideration.

$k = 1,15$ for intermediate shafts designed as multi-splined shafts where d is the outside diameter of the splined shaft. Outside the splined section, the shafts can be reduced to a diameter calculated with $k = 1,0$.

$k = 1,20$ for intermediate shafts with longitudinal slots within the following limitations :

- slot length up to $0,8 d$
- inner diameter up to $0,8 d$
- slot width e up to $0,1 d$
- end rounding at least $0,5 e$
- 1 slot or 2 slots at 180° or 3 slots at 120°

Slots beyond these limitations require a special strength consideration.

b) Thrust shafts

$k = 1,10$ for thrust shafts external to engines near the plain bearings on both sides of the thrust collar, or near the axial bearings where a roller bearing is used.

c) Propeller shafts

$k = 1,22$ for propeller shafts with flange mounted or keyless taper fitted propellers, applicable to the shaft part between the forward edge of the aftermost shaft bearing and the forward face of the propeller hub or shaft flange, but not less than $2,5d$.

In case of keyless taper fitting, the method of connection has to be approved by BKI.

$k = 1,26$ for propeller shafts in the area specified for $k = 1,22$, if the propeller is keyed to the tapered propeller shaft.

$k = 1,40$ for propeller shafts in the area specified for $k = 1,22$, if the shaft inside the stern tube is lubricated with grease.

$k = 1,15$ for propeller shafts between forward end of aftmost bearing and forward end of fore stern tube seal.

The portion of the propeller shaft located forward of the stern tube seal can gradually be reduced to the size of the intermediate shaft.

C. Coupling

Untuk ukuran tebal dari coupling *flanges* yang diijinkan antara intermediate shaft dan propeller shaft adalah minimal 20% dari perhitungan diameter minimum pada poros di lokasi tersebut.

Sementara untuk diameter minimum bagian muka baut adalah ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$d_a = 16 \cdot \sqrt[3]{\frac{106 \cdot Pw}{n \cdot D \cdot Z \cdot Rn}} \text{ (mm)}$$

sedangkan untuk diameter minimum bagian belakang baut adalah ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$d_k = 12 \cdot \sqrt[3]{\frac{106 \cdot Pw}{n \cdot D \cdot Z \cdot Rn}} \text{ (mm)}$$

Keterangan :

Pw = [kW] *rated power of propulsion motor, gear box and bearing losses are not to be subtracted*

n = [RPM] *shaft speed at rated power*

D = [mm] *diameter of pitch circle of bolts.*

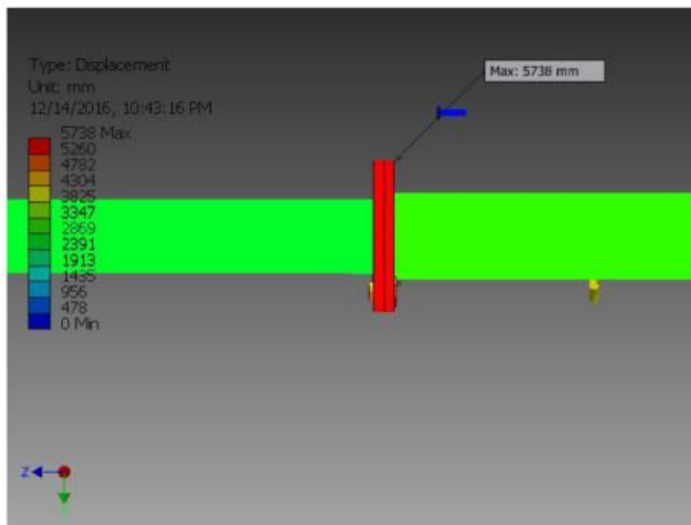
Z = *number of fitted or necked-down bolt material.*

Rm = [N/mm²] *tensile strength of bolt material.*

II.5 Autodesk Inventor 3D

Autodesk Inventor 3D adalah salah satu perangkat lunak (*software*) jenis *Computer Aided Drawing* (CAD) yang lebih menekankan pada pemodelan solid. Perangkat lunak ini adalah salah satu produk dari Autodesk Inc. *Autodesk Inventor 3D* lebih ditujukan untuk penggambaran teknik permesinan (*mechanical*

engineering) yang menyediakan secara lengkap fasilitas untuk memvisualisasikan model dalam 3D, fasilitas yang ditawarkan perakitan (*assembly*) dan gambar kerja (*drawing*). Perangkat lunak ini dibuat untuk menyaingi perangkat lunak berbasis CAD lainnya, seperti Catia, Solid Work, Pro-E dan lain-lain. Pada gambar II.14. dibawah ini adalah salah satu contoh penggunaan *Autodesk Inventor 3D* terkait dengan analisa ini yaitu penggambaran dari sebuah poros yang telah disesuaikan ukurannya.

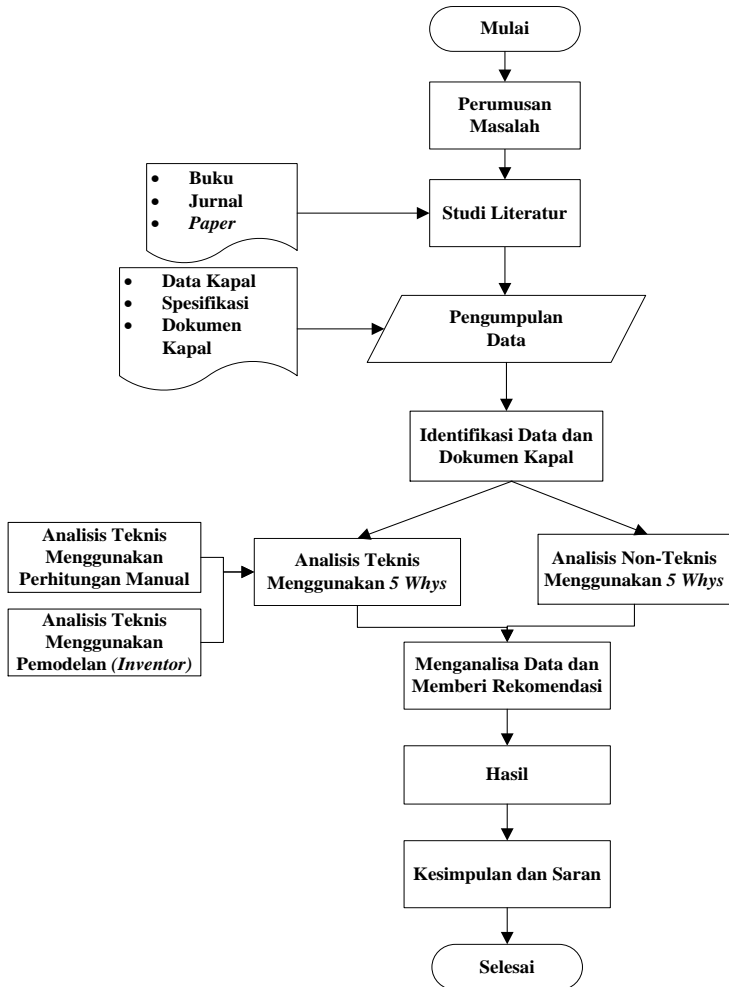


. Safety Factor

Gambar II.14. Salah satu contoh penggunaan *Autodesk Inventor 3D*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN



Gambar III.1. Bagan alur metodologi penelitian.

1. Rumusan masalah

Perumusan masalah merupakan langkah pertama dalam pengerjaan skripsi. Merumuskan masalah yang akan dikaji dan dianalisa berdasarkan dasar teori.

2. Studi literatur

Studi literatur yang dilakukan yaitu dengan mengumpulkan bahan-bahan dan keterangan yang bersumber dari mengenai buku, jurnal dan paper terkait analisa penyebab kebocoran pada kapal khususnya yang disebabkan oleh sistem perporosan yang berhubungan dengan penulisan tugas akhir ini yaitu sebagai landasan teorinya.

3. Pengumpulan data

Pengumpulan data pendukung untuk mengetahui data-data apa saja yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

4. Analisa

Pada tahap ini dilakukan analisa terkait masalah yang sudah ditentukan. Dalam hal ini dibagi menjadi dua yaitu analisa teknis dan non-teknis yang masing-masing menggunakan metode 5 *whys*. Namun terkait dengan analisa teknis dilakukan konfirmasi menggunakan *Software Autodesk Inventor 3D* dan perhitungan manual menggunakan *rules* terkait dari BKI.

5. Hasil

Hasil yang didapatkan adalah berupa penyebab pasti dari kebocoran pada kamar mesin KM. Nusantara Akbar terkait dengan sistem perporosannya.

6. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan yang akan didapatkan pada tugas akhir ini adalah berupa penyebab pasti dari kebocoran pada kamar mesin KM. Nusantara Akbar terkait dengan sistem perporosannya. Kemudian untuk saran adalah rekomendasi-rekomendasi supaya tidak terulang kejadian serupa dan tindakan-tindakan yang perlu dilakukan jika terjadi kejadian serupa.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

IV.1. Umum

Pada bagian pembahasan dan analisa, terdapat beberapa tahapan yang perlu dijelaskan terkait dengan penggunaan metode *5 whys* yang kemudian dikonfirmasi menggunakan pemodelan *software* dan perhitungan manual menurut *rules* BKI. Data yang diperlukan antara lain adalah sertifikat dan dokumen kapal, laporan kejadian kecelakaan, *docking report*, dokumen berlayar ABK dan dokumen-dokumen lainnya tentang perjalanan kapal.

Pada tahap pertama dilakukan identifikasi dokumen yang sudah didapat seperti sertifikat dan dokumen kapal, laporan kejadian kecelakaan, *docking report*, dokumen berlayar ABK dan dokumen-dokumen lainnya tentang perjalanan kapal. Hal ini dilakukan untuk menentukan kesalahan-kesalahan apa saja beserta buktinya yang terjadi terkait kecelakaan KM. Nusantara Akbar.

Setelah melakukan identifikasi dan mendapatkan data dan bukti dari dokumen-dokumen tersebut maka dilanjutkan dengan identifikasi menggunakan metode *5 whys* untuk tinjauan teknis dan tinjauan non-teknis dengan memadukan data dan bukti yang telah didapatkan. Untuk tinjauan teknis akan dilakukan pemodelan dengan *Autodesk Inventor 3D* dan perhitungan manual sesuai *rules* BKI tentang sistem perporosan untuk konfirmasi.

IV.2. Analisa dan identifikasi Data

Pada bab ini akan dibahas tentang analisa data yang sudah diperoleh sebelumnya dan analisa dengan metode yang sudah ditentukan.

IV.2.1. Sistem Perporosan

Sistem perporosan adalah sistem yang berfungsi sebagai penyalur daya dari mesin utama (*prime mover*) ke penggerak utama kapal supaya dapat digunakan untuk menggerakkan suatu kapal dengan thrust sesuai dengan diharapkan. Dalam kasus ini KM. Nusantara Akbar menggunakan sistem perporosan dengan pelumasan air laut.

Untuk memudahkan pengidentifikasian sistem perporosan KM. Nusantara Akbar akan dibagi menjadi beberapa bagian menurut komponen utamanya, yaitu :

1. *Intermediate shaft*
2. *Bearing*
3. *Kopling*
4. *Stern tube*
5. *Packing*
6. *Propeller shaft*
7. *Propeller*

IV.2.2. Sertifikat dan Dokumen Kapal

Sertifikat dan dokumen kapal adalah surat-surat atau bukti tertulis yang dimiliki suatu kapal yang menunjukkan bahwa kapal tersebut telah laik laut dan siap untuk berlayar seperti pada lampiran terkait sertifikat KM. Nusantara Akbar. Surat-surat ini juga menunjukkan bahwa kapal telah dalam kondisi yang baik sesuai peraturan yang berlaku baik dari klasifikasi, dalam hal ini adalah BKI, dari *port state* dimana kapal ini berlabuh sebelum berlayar dan dari *flag state* yaitu negara bendera mana yang diikuti oleh kapal tersebut.

IV.2.3. Laporan Kejadian Kecelakaan.

Laporan kejadian kecelakaan adalah sebuah laporan tentang suatu peristiwa atau kecelakaan yang ditulis oleh seseorang guna memberikan penjelasan secara terperinci dalam bentuk

surat ataupun tertulis dengan disertai bukti-bukti yang telah ada seperti pada lampiran terkait laporan kejadian kecelakaan.

Urutan kejadian kecelakaan KM. Nusantara Akbar adalah sebagai berikut :

1. Masuknya air ke kamar mesin melalui *stern tube shaft propeller*.
2. Penyumbatan menggunakan *wearpak* untuk mengurangi masuknya air ke kamar mesin.
3. Pengikatan penahan *reamers packing* tetapi tidak berhasil.
4. Kondisi air laut yang merendam kamar mesin hingga mengenai *flywheel main engine* yang sedang berputar.
5. Proses penyumbatan tambahan dengan menggunakan maju dan potongan papan pada *stern tube shaft propeller* di kamar mesin.

Dari identifikasi data terkait laporan kejadian terdapat temuan bahwa :

1. Nahkoda tidak mengetahui bahwa salah satu ABK nya panik ketika terjadi kebocoran dan langsung mengambil pompa darurat di *fresh water tank* yang kemudian menyebabkan kematian.
2. Ketika terjadi kebocoran ABK hanya mengatasi dengan peralatan seadanya seperti *wearpak* dan potongan papan kayu.

IV.2.4. Docking Report

Docking report adalah laporan pekerjaan ketika kapal sedang diperbaiki di atas dock mulai dari kontrak perbaikan, kapal naik *dock* hingga kapal turun *dock* seperti pada lampiran terkait docking report KM. Nusantara Akbar.

Dari identifikasi data terkait *docking report* terdapat temuan bahwa :

1. Baut kopling yang rusak tidak diganti melainkan direkondisi.
2. Tidak ada perlakuan khusus ketika dilakukan perbaikan pada *propeller*.
3. Tidak dilakukan pelurusan untuk *shaft* yang defleksi melainkan diperbaiki dengan cara pengaturan lena untuk mengecilkan defleksi.

IV.2.5. Dokumen ABK

Dokumen ABK adalah surat-surat atau bukti-bukti tertulis yang berisi tentang profil ABK, tingkat keahlian dan keterampilan yang dimiliki ABK tersebut. Dari identifikasi tentang sertifikat ABK seperti pada lampiran terkait Dokumen ABK terdapat temuan bahwa beberapa sertifikat milik ABK sudah ada yang kadaluarsa.

IV.2.6. dokumen-dokumen lainnya tentang perjalanan kapal.

Dari identifikasi data terkait dokumen-dokumen penunjang perjalanan kapal terdapat temuan bahwa kondisi kapal kotor dan terdapat tikus seperti pada lampiran terkait dokumen perjalanan kapal.

IV.3. Analisa Penyebab

IV.3.1. Tinjauan Teknis

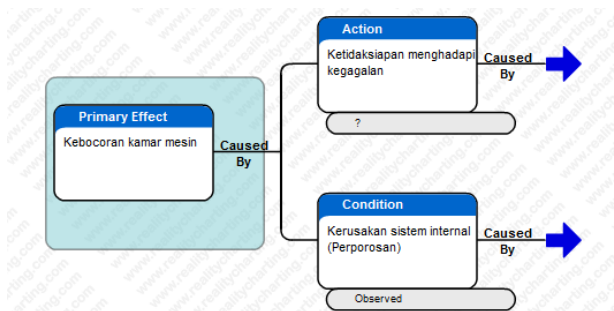
A. 5 *whys*

Setelah melakukan analisa dan identifikasi dari data yang sudah didapatkan, langkah selanjutnya adalah menganalisa penyebab dari kegagalan poros *propeller* yang mengalami defleksi.

Pada tahap pertama adalah memilih *top event*, sesuai dengan petunjuk pengerjaan maka *top event* disesuaikan dengan kejadian atau insiden yang telah terjadi. Kejadian kebocoran kamar mesin pada KM Nusantara Akbar dipilih sebagai *top event*.

Pada tahap kedua dilanjutkan dengan pertanyaan mengapa atau *why*, Pertanyaan ini mencakup dari sisi teknis maupun non-teknis. Setiap pertanyaan mengapa harus dijawab dengan dua jawaban, yaitu aksi dan kondisi. Kemudian jawaban dari pertanyaan mengapa terjadi kebocoran pada kamar mesin adalah sebagai berikut dan seperti pada gambar IV.1:

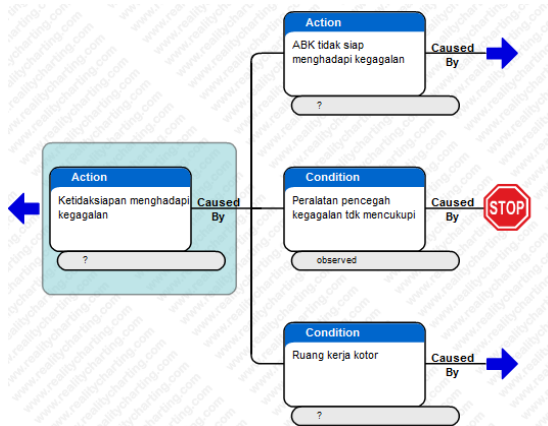
- 1.1. Karena ketidaksiapan menghadapi kegagalan/perporosan (aksi).
- 1.2. Karena terjadi kegagalan sistem internal (kondisi).



Gambar IV.1. pembuatan *Why Tree* tahap kedua.

Pada tahap selanjutnya yaitu tahap ketiga seperti pada gambar IV.2 dan IV.3 diberikan pertanyaan mengapa pada setiap jawaban pada tahap dua. Jawaban dari masing-masing pertanyaan adalah :

- 1.1. Mengapa terjadi ketidaksiapan menghadapi kegagalan (aksi)?
 - 1.1.1. ABK tidak siap menghadapi kegagalan (aksi)
 - 1.1.2. Peralatan pencegah kegagalan kurang (kondisi)
 - 1.1.3. Ruang kerja kotor (kondisi)

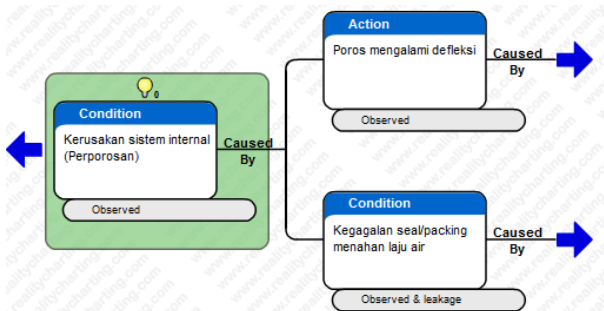


Gambar IV.2. pembuatan *Why Tree* tahap ketiga.

1.2. Mengapa terjadi kegagalan sistem internal/perporosan?

1.2.1. Poros mengalami defleksi (aksi).

1.2.2. *Seal/packing* tidak bisa menahan laju air (kondisi)

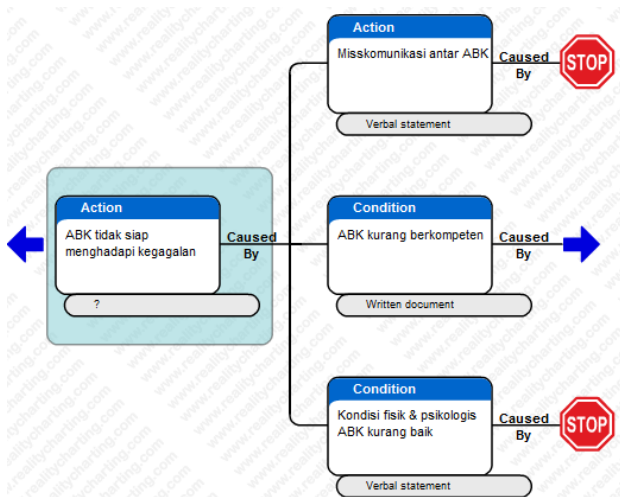


Gambar IV.3. pembuatan *Why Tree* tahap ketiga.

Pada tahap selanjutnya yaitu tahap keempat seperti pada gambar IV.4, IV.5, IV.6 dan IV.7 diberikan pertanyaan

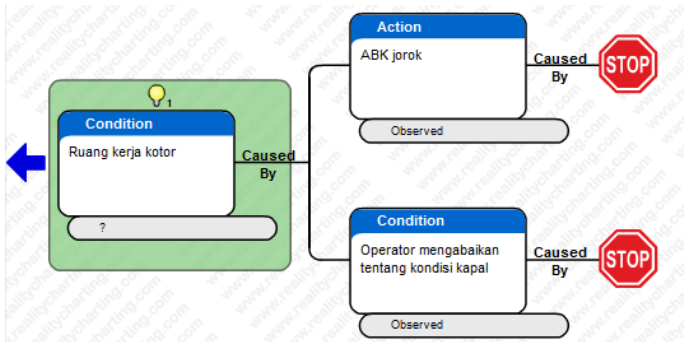
mengapa pada setiap jawaban pada tahap ketiga. Jawaban dari masing-masing pertanyaan adalah :

- 1.1.1 Mengapa ABK tidak siap menghadapi kegagalan?
 - 1.1.1.1. Misskomunikasi antar ABK (aksi)
 - 1.1.1.2. ABK kurang berkompeten (kondisi)
 - 1.1.1.3. Kondisi fisik dan psikologis ABK kurang baik (kondisi)



Gambar IV.4. pembuatan *Why Tree* tahap keempat.

- 1.1.3. Mengapa ruang kerja kotor?
 - 1.1.3.1. Karena ABK jorok (aksi)
 - 1.1.3.2. Karena operator mengabaikan kondisi kapal (kondisi)

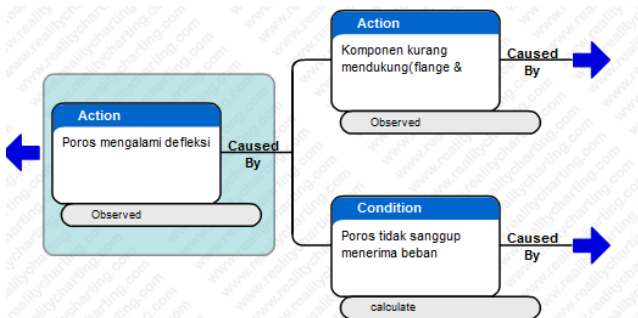


Gambar IV.5. pembuatan *Why Tree* tahap keempat.

1.2.1. Mengapa Poros mengalami defleksi?

1.2.1.1. Komponen terkait (*bearing* dan *flange*) kurang mendukung kerja poros (aksi)

1.2.1.2. Poros tidak kuat menerima beban

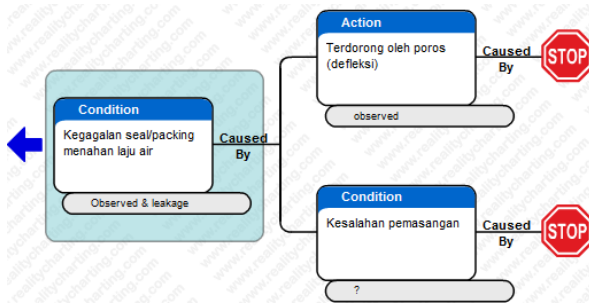


Gambar IV.6. pembuatan *Why Tree* tahap keempat.

1.2.2. Mengapa *packing/seal* gagal menahan laju air?

1.2.2.1. Terdorong oleh poros yang defleksi (aksi)

1.2.2.2. Kesalahan pemasangan (kondisi)



Gambar IV.7. pembuatan *Why Tree* tahap keempat.

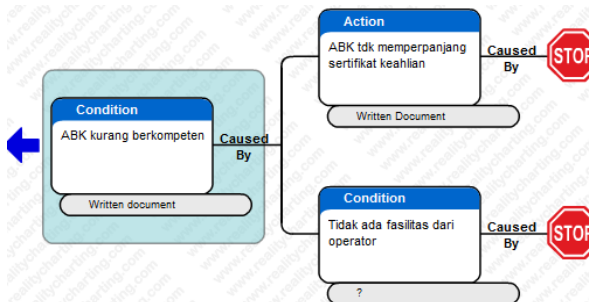
Pada tahap selanjutnya yaitu tahap kelima seperti pada gambar IV.8, IV.9 dan IV.10 diberikan pertanyaan mengapa pada setiap jawaban pada tahap keempat. Jawaban dari masing-masing pertanyaan adalah :

1.1.1.2. Mengapa ABK kurang berkompeten?

1.1.1.2. mengapa ABK kurang berkompeten?

1.1.1.2.1. Karena ABK tidak memperpanjang sertifikat keahlian (aksi)

1.1.1.2.1. Karena tidak ada fasilitas dari operator kapal (kondisi)

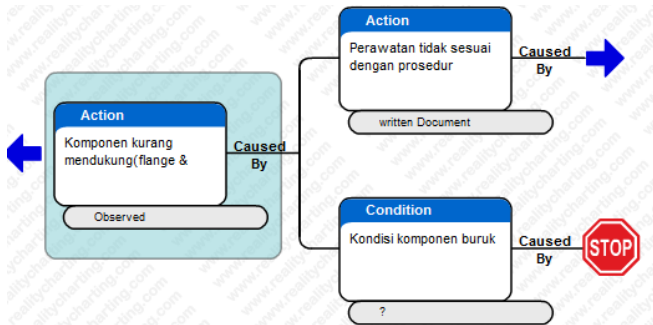


Gambar IV.8. pembuatan *Why Tree* tahap kelima.

1.2.1.1. Mengapa Komponen terkait (*bearing* dan *flange*) kurang mendukung kerja poros

1.2.1.1.1. Karena perawatan *flange* dan *bearing* kurang sesuai prosedur (aksi)

1.2.1.1.2. Karena komponen kurang baik (kondisi)

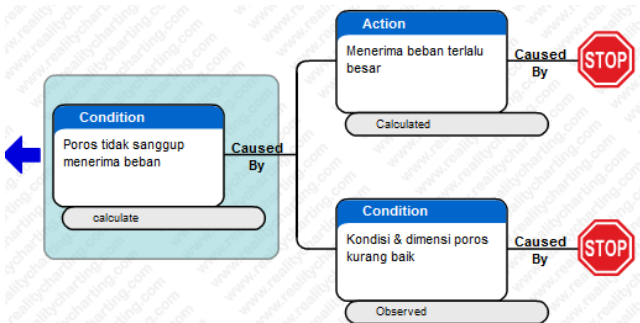


Gambar IV.9. pembuatan *Why Tree* tahap kelima.

1.2.1.2. Mengapa poros tidak kuat menerima beban?

1.2.1.2.1. Karena menerima beban terlalu besar (aksi)

1.2.1.2.2. karena kondisi poros kurang baik (kondisi)



Gambar IV.10. pembuatan *Why Tree* tahap kelima.

Pada tahap selanjutnya yaitu tahap keenam seperti pada gambar IV.11 diberikan pertanyaan mengapa pada setiap jawaban pada tahap kelima. Jawaban dari masing-masing pertanyaan adalah :

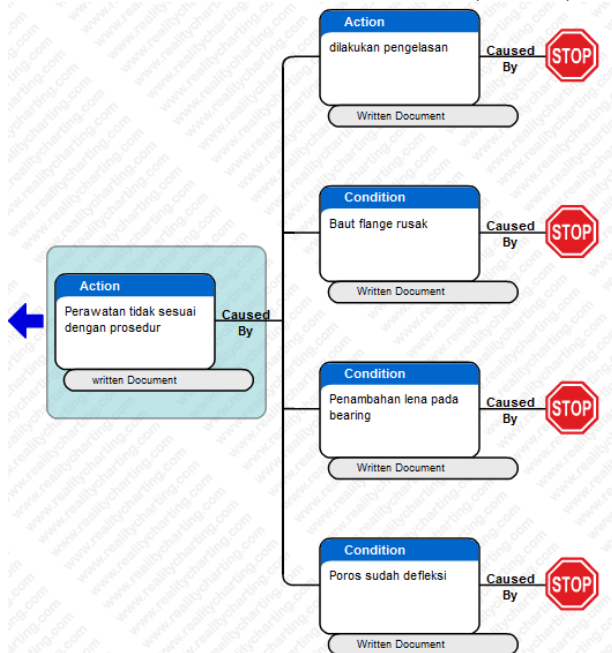
1.2.1.1.1. Mengapa perawatan *flange* dan *bearing* kurang sesuai prosedur?

1.2.1.1.1.1. Karena dilakukan pengelasan pada baut yang rusak (aksi)

1.2.1.1.1.2. Karena baut *flange* rusak (konsisi)

1.2.1.1.1.3. Karena penambahan lena pada *bearing* (aksi)

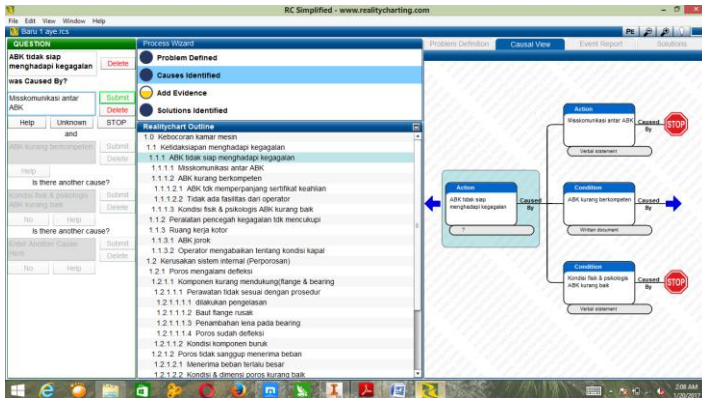
1.2.1.1.1.4. Poros telah defleksi (kondisi)



Gambar IV.11. pembuatan *Why Tree* tahap keenam.

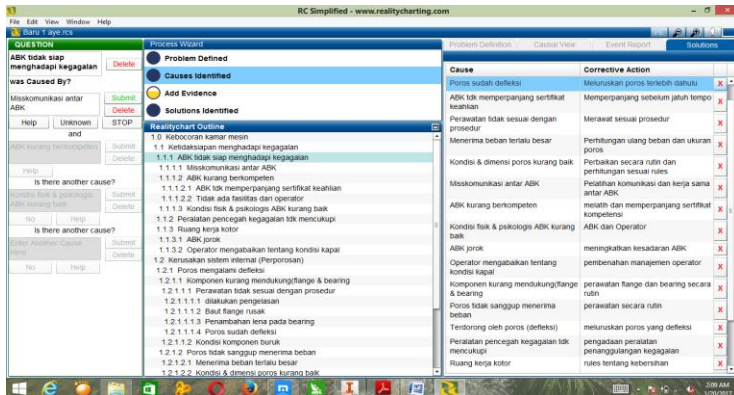
Kemudian setelah kejadian-kejadian tersebut telah dimasukkan semua maka diberikan bukti-bukti/evidence pada tahap selanjutnya seperti pada gambar IV.12. Pada tahap ini bukti-bukti hanya berupa keterangan observasi, *verbal statement* dan *written document*. Bukti-bukti tersebut adalah

penyerdehanaan dari bukti-bukti yang telah didapatkan dari analisa dokumen-dokumen kapal dan nantinya akan diberi keterangan lebih lanjut pada tabel IV.1.



Gambar IV.12. memasukkan bukti untuk memperkuat kejadian.

Pada tahap selanjutnya adalah memberikan solusi pada setiap *event* seperti pada gambar IV.13, namun dalam hal ini terdapat beberapa solusi yang sama sehingga nantinya akan disederhanakan pada tabel IV.1.



Gambar IV.13. pembuatan solusi pada masing-masing kejadian.

Setelah analisa dengan *why tree* menggunakan *software RealityCharting Simplified* selesai maka matriks matriks tersebut dimasukkan ke dalam tabel pertanyaan *5 whys* seperti pada tabel IV.1. *Event-event* yang dimasukkan ke dalam tabel pertanyaan *5 whys* adalah *event-event* yang telah diperkuat oleh bukti-bukti di atas sehingga akan didapatkan solusi yang tepat dan tabel IV.1 merupakan bentuk yang lebih sederhana dan ringkas dari proses yang menggunakan *software RealityCharting Simplified*.

Tabel IV.1. Tabel 5 Whys tinjauan teknis.

5 whys Question Table	
Problem Statement:	Kapal mengalami kebocoran di kamar mesin
Recommended Solution:	Melakukan perawatan sesuai prosedur : mengganti baut <i>flange</i> jika rusak dan meluruskan poros kemudian menyesuaikan <i>bearing</i>
Latent Issues:	Tidak dilakukan perawatan sesuai dengan prosedur ketika di dock

No.	Why Questions	Answer	Evidence	Solution
1.	Mengapa terjadi kebocoran pada kamar mesin KM. Nusantara Akbar ? (1)	Karena terjadi kerusakan pada sistem internal (sistem perporosan). (1.2)	Terjadi kebocoran pada kamar mesin KM. Nusantara Akbar	
2.	Mengapa terjadi kerusakan pada sistem internal ?(1.2)	Karena terjadi kegagalan pada sistem perporosan (defleksi). (1.2.1)	Poros mendorong <i>packing</i> sehingga <i>packing</i> tidak bisa menahan laju air	Mempersiapkan <i>spare part</i> /peralatan terkait kegagalan.
3.	Mengapa terjadi kegagalan pada sistem perporosan (defleksi)? (1.2.1)	Karena komponen terkait poros kurang mendukung untuk bekerja (<i>flange</i> dan <i>bearing</i>) (1.2.1.1)	baut <i>flange</i> patah dan <i>bearing</i> bergeser	Memeriksa defleksi poros secara rutin dan menjaga pada batas yang diijinkan
4.	Mengapa komponen terkait poros kurang mendukung	Karena perawatan <i>flange</i> dan <i>bearing</i> tidak sesuai dengan prosedur.	baut <i>flange</i> patah dan <i>bearing</i> bergeser	Memeriksa ukuran dan kekuatan <i>flange</i> dan <i>bearing</i>

	g untuk bekerja?(1.2.1.1)	(1.2.1.1.1)		
5.	Mengapa perawatan <i>flange</i> dan <i>bearing</i> tidak sesuai dengan prosedur ? (1.2.1.1.1)	Karena ketika baut rusak tidak diganti melainkan direkondisi (di las) (1.2.1.1.1.1)	Pengelasan baut <i>flange</i>	melakukan perawatan sesuai prosedur : mengganti baut <i>flange</i> jika rusak dan meluruskan poros kemudian menyesuaikan <i>bearing</i>
		Karena penambahan lena pada <i>bearing</i> untuk mengatasi <i>flange</i> yang defleksi (1.2.1.1.1.3)	penambahan lena pada <i>bearing</i>	

B. Perhitungan Diameter Poros Menurut Rules BKI.

Menurut BKI *Volume III Rules For Machinery Installations (Section 4 : Main Shafting)* telah diatur bahwa diameter minimum poros yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$D_a \geq d \geq F.k \cdot \sqrt[3]{\frac{P_w}{n \cdot \left[1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4\right]}} \cdot C_w$$

d = [mm] minimum required outer shaft diameter

d_a = [mm] actual outer shaft diameter

d_i = [mm] actual diameter of shaft bore. If the bore in the shaft is $\leq 0,4 \cdot d_a$, the expression

$$1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4 \text{ may be taken as } 1,0$$

P_w = [kW] rated power of propulsion motor, gear box and bearing losses are not to be subtracted

- N = [Rpm] shaft speed at rated power
 F = factor for type of propulsion installation
 a) Propeller shafts
 = 100 for all types of installations
 b) Intermediate and thrust shafts
 = 95 for turbine installations, diesel engine
 installations with hydraulic slip couplings,
 electric propulsion installations
 = 100 for all other propulsion installations
 C_w = material factor
 $\frac{560}{R_m + 160}$
 R_m = $[N/mm^2]$ specified minimum tensile strength of the
 shaft material (see also B.1)
 k = factor for the type of shaft

b. Intermediate shafts

- $k = 1,0$ for plain sections of intermediate shafts with
 integral forged coupling flanges or with
 shrink-fitted keyless coupling flanges. For
 shafts with high vibratory torques, the
 diameter in way of shrink fitted couplings
 should be slightly increased, e.g. by 1 to 2 %.
 $k = 1,10$ for intermediate shafts where the coupling
 flanges are mounted on the ends of the shaft
 with the aid of keys. At a distance of at least
 $0,2 \cdot d$ from the end of the keyway, such shafts
 can be reduced to a diameter calculated with
 $k = 1,0$.
 $k = 1,10$ for intermediate shafts with radial holes
 which diameter is not exceeding $0,3 \cdot d$.
 Intersections between radial and eccentric
 axial holes require a special strength
 consideration.
 $k = 1,15$ for intermediate shafts designed as multi-
 splined shafts where d is the outside diameter

of the splined shaft. Outside the splined section, the shafts can be reduced to a diameter calculated with $k = 1,0$.

$k = 1,20$ for intermediate shafts with longitudinal slots within the following limitations :

- slot length up to $0,8 \cdot d$*
- inner diameter up to $0,8 \cdot d$*
- slot width e up to $0,1 \cdot d$*
- end rounding at least $0,5 \cdot e$*
- 1 slot or 2 slots at 180° or 3 slots at 120°*

Slots beyond these limitations require a special strength consideration.

b) Thrust shafts

$k = 1,10$ for thrust shafts external to engines near the plain bearings on both sides of the thrust collar, or near the axial bearings where a roller bearing is used.

c) Propeller shafts

$k = 1,22$ for propeller shafts with flange mounted or keyless taper fitted propellers, applicable to the shaft part between the forward edge of the aftermost shaft bearing and the forward face of the propeller hub or shaft flange, but not less than $2,5d$.

In case of keyless taper fitting, the method of connection has to be approved by BKI.

$k = 1,26$ for propeller shafts in the area specified for $k = 1,22$, if the propeller is keyed to the tapered propeller shaft.

$k = 1,40$ for propeller shafts in the area specified for $k = 1,22$, if the shaft inside the stern tube is lubricated with grease.

$k = 1,15$ for propeller shafts between forward end of aftmost bearing and forward end of fore stern tube seal. The portion of the propeller shaft located forward of the stern tube seal can gradually be reduced to the size of the intermediate shaft.

Diketahui,

P m/e : 3860 kW
 Bahan : *Stainless Steel*
 Rm : 480 N/mm²

Intermediate shaft :

Panjang : 4000 mm
 Diameter : 275 mm

Propeller/Tail Shaft

Panjang : 3200 mm
 Diameter : 320 mm

Perhitungan *Intermediate shaft*

$$D_a \geq d \geq F \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{P_w}{n \cdot \left[1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4\right]}} \cdot C_w$$

$$275 \geq d \geq 100 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{3860}{n \cdot \left[1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4\right]}} \cdot \frac{560}{480 + 160}$$

$$275 \text{ mm} \geq d \text{ (mm)} \geq 263 \text{ mm}$$

Ukuran *Intermediate shaft* telah memenuhi standar yang telah ditetapkan BKI.

Perhitungan *Propeller shaft*

$$D_a \geq d \geq F \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{P_w}{n \cdot \left[1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4\right]}} \cdot C_w$$

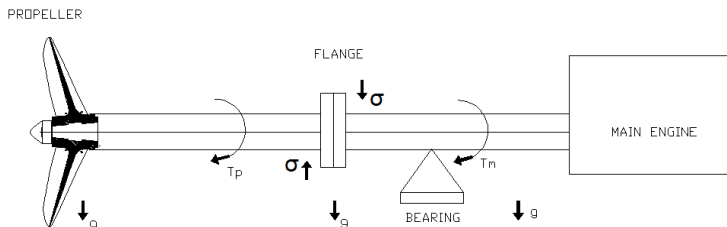
$$320 \geq d \geq 100 \cdot 1,15 \cdot \sqrt[3]{\frac{3850}{n \cdot \left[1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4\right]}} \cdot \frac{560}{480 + 160}$$

$$320 \text{ mm} \geq d \text{ (mm)} \geq 302,45 \text{ mm}$$

Ukuran *Propeller shaft* telah memenuhi standar yang telah ditetapkan BKI

C. Autodesk Inventor 3D

Pada tahap ini dilakukan pemodelan menggunakan *Autodesk Inventor 3D*. Sementara pada gambar IV.14 di bawah ini adalah gaya-gaya yang bekerja pada bidang bekerja :



Gambar IV.14. Free Body Diagram

Keterangan :

- O : Gaya geser yang diberikan oleh torsi mesin dan propeller terhadap baut *flange*
- Tm : Torsi mesin induk
- Tp : Torsi Propeller
- g : gravitasi

Setelah diketahui gaya-gaya yang bekerja diketahui maka dilakukan perhitungan-perhitungan untuk dimasukkan ke pemodelan menggunakan *Autodesk Inventor 3D*.

1. Diketahui,

- P m/e : 3860 kW
- Bahan : *Stainless Steel*
- Rm : 480 N/mm²

Intermediate shaft :

Panjang : 4000 mm

Diameter : 275 mm

Propeller/Tail Shaft

Panjang : 3200 mm

Diameter : 320 mm

2. Torsi Main Engine

Power : 3860 kW

RPM : 186 RPM

$$\text{Torsi} : P = \frac{\text{Torque} \cdot 2\pi \cdot \text{RPM}}{6000}$$

$$3860 = \frac{\text{Torque} \cdot 2\pi \cdot 186}{6000}$$

Torsi : 19827,4 Nm

3. Torsi propeller

SHP = 0,98 x BHP

= 0,98 x 3860

= 3782,6 kW

$$\text{Torsi} : P = \frac{\text{Torque} \cdot 2\pi \cdot \text{RPM}}{6000}$$

$$3782,6 = \frac{\text{Torque} \cdot 2\pi \cdot 186}{6000}$$

Torsi : 19430,86 Nm

4. *Coupling Flanges Dimension*

Menurut BKI *Volume III Rules For Machinery Installations (Section 4 : Main Shafting)* telah diatur bahwa tebal minimum dari coupling flanges adalah 20% dari diameter yang digunakan, sehingga
 20% x 320 mm = 64 mm

5. Diameter minimum untuk baut flanges bagian depan.

Menurut BKI *Volume III Rules For Machinery Installations (Section 4 : Main Shafting)* telah diatur

bahwa diameter minimum untuk baut *flanges* bagian depan adalah ditentukan dari rumus berikut :

$$d_a = 16 \cdot \sqrt[3]{\frac{106.Pw}{n.D.z.Rn}} \text{ (mm)}$$

$$d_a = 16 \cdot \sqrt[3]{\frac{106.3860}{186.400.8.800}} \text{ (mm)}$$

$$d_a = 129,7 \text{ mm}$$

6. Diameter minimum untuk baut *flanges* bagian belakang.

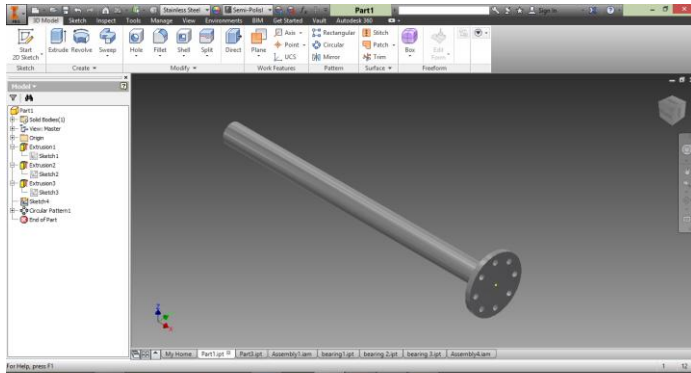
Menurut BKI *Volume III Rules For Machinery Installations (Section 4 : Main Shafting)* telah diatur bahwa diameter minimum untuk baut *flanges* bagian belakang adalah ditentukan dari rumus berikut :

$$d_a = 12 \cdot \sqrt[3]{\frac{106.Pw}{n.D.z.Rn}} \text{ (mm)}$$

$$d_a = 12 \cdot \sqrt[3]{\frac{106.3860}{186.400.8.800}} \text{ (mm)}$$

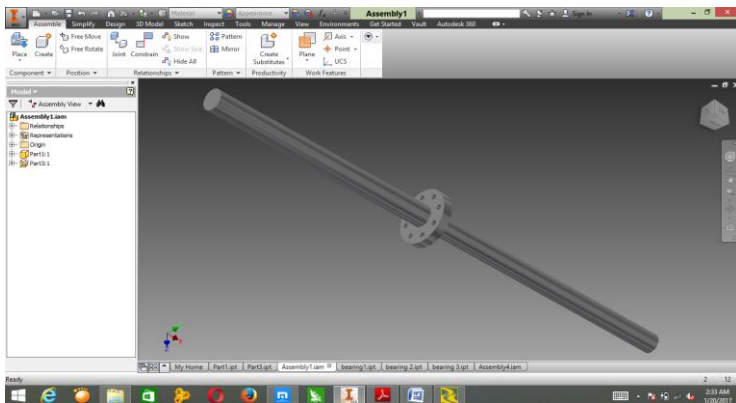
$$d_a = 87,5 \text{ mm}$$

Setelah semua dimensi dari properti yang dibutuhkan telah dihitung, maka tahap pertama dari pengerjaan menggunakan *Software Autodesk Inventor 3D* adalah membuat poros dan *flanges* sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan diatas seperti pada gambar IV.15.



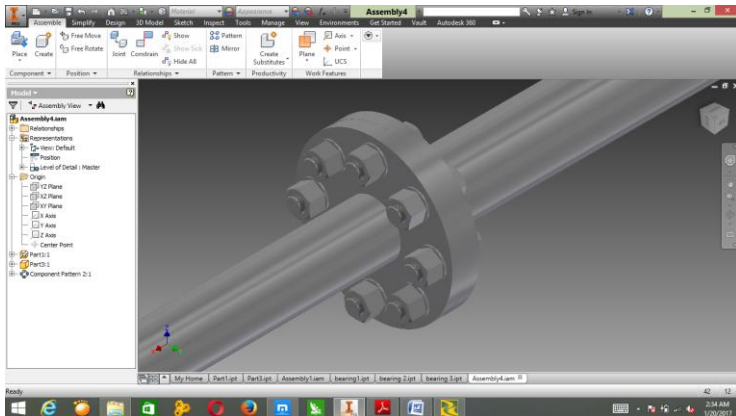
Gambar IV.15. pembuatan poros dan *flanges* sesuai dimensi yang ditentukan.

Kemudian pada tahap selanjutnya dilakukan assembly dari poros dan *flanges* yang sudah dibuat seperti pada gambar IV.16.



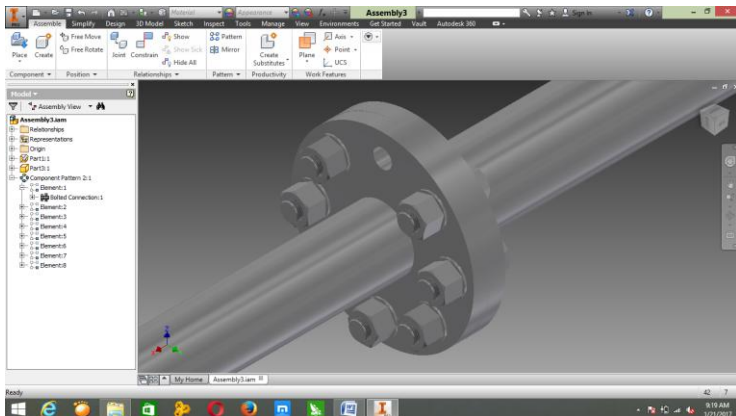
Gambar IV.16. proses assembly.

Setelah selesai dilakukan assembly maka dibuat baut *flanges* sesuai dengan dimensi dari perhitungan minimum menurut rules BKI seperti pada gambar IV.17.

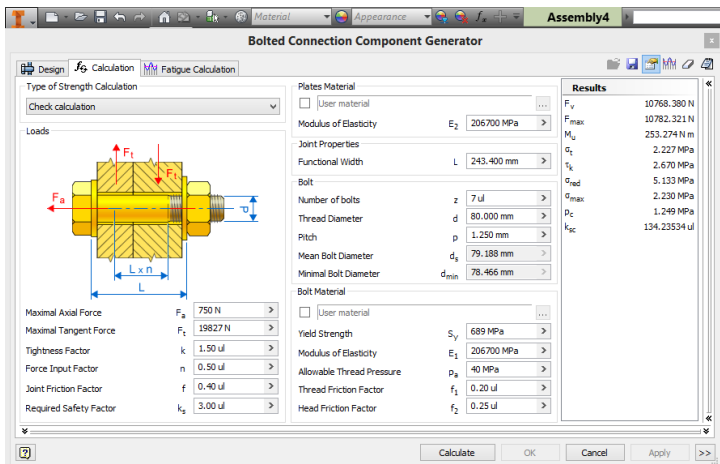


Gambar IV.17. proses pembuatan dan pemasangan baut.

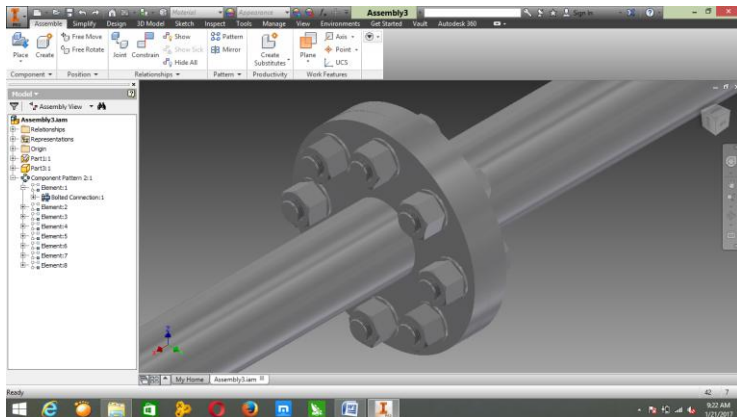
Dari data lapangan yang didapat oleh KNKT bahwa terdapat salah satu baut *flanges* yang lepas, seperti pada gambar II.2.



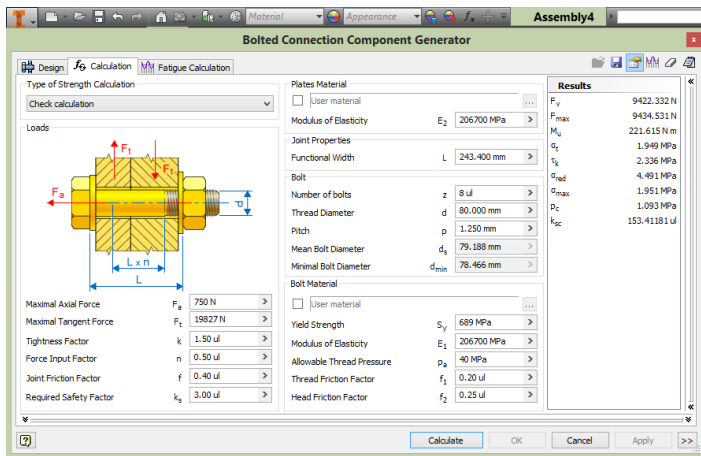
Gambar IV.18. Kondisi poros dengan 7 baut.



Gambar IV.19. Hasil perhitungan untuk 7 baut.



Gambar IV.20. Kondisi poros dengan 7 baut.



Gambar IV.21. hasil perhitungan untuk 8 baut.

Dari hasil diatas dapat disimpulkan, bahwa dengan 7 baut seperti pada gambar IV.18 akan menghasilkan tegangan geser maksimal sebesar 2,230 Mpa dan gaya yang bekerja sebesar 10.782,31 N, sedangkan dengan 8 baut seperti pada gambar IV.19 akan menghasilkan tegangan geser maksimal sebesar 1,951 Mpa dan gaya yang bekerja sebesar 9.434,531.N Sedangkan pada kondisi normal gaya yang bekerja sebesar 9.434,531.N dan tegangan geser 1,951 Mpa. Jadi, kesimpulan dari penyebab baut yang patah adalah gaya yang bekerja telah melampaui batas yang diijinkan, yaitu 10.782,31 N dan tegangan geser 2,230 Mpa.

4.3.2. Analisa Non-Teknis

Langkah pertama adalah membuat *Why tree* menggunakan *software RealityCharting simplified* untuk menganalisa penyebab sebelum digunakan tabel 5 *whys*. *Why tree* yang digunakan adalah *why tree* yang sama dengan yang digunakan untuk analisa teknis. Kemudian untuk matriks yang telah

diperkuat dengan bukti-bukti akan dimasukkan ke dalam tabel 5 *whys* pada tabel IV.2 dibawah ini.

Tabel IV.2. Tabel 5 *Whys* tinjauan non-teknis.

5 whyss Question Table	
Problem Statement: Kapal mengalami kebocoran di kamar mesin	
Recommended Solution: Mempersiapkan <i>spare parts</i> /peralatan untuk mengatasi kegagalan sistem dan memperbaiki komunikasi atar ABK/	
Latent Issues: Tidak mempersiapkan spare part/peralatan safety untuk mencegah kegagalan sistem perporosan.	

No.	Why Questions	Answer	Evidence	Solution
1.	Mengapa terjadi kebocoran pada kamar mesin KM. Nusantara Akbar?(1)	Karena tidak siap menghadapi kegagalan sistem.(1.1)	Terjadi kebocoran pada kamar mesin KM. Nusantara Akbar	
2.	Mengapa tidak siap menghadapi kegagalan sistem?(1.1)	Karena ABK tidak siap menghadapi kegagalan. (1.1.1)	Pencegahan kebocoran menggunakan alat seadanya.	Mempersiapkan <i>spare part</i> /peralatan terkait kegagalan.
		Karena peralatan untuk menangani kegagalan kurang		

No.	Why Questions	Answer	Evidence	Solution
3.		mencukupi. (1.1.2.)		
		Karena ruang kerja kotor (1.1.3)		
	Mengapa ABK tidak siap menghadapi kegagalan. (1.1.1)	ABK kurang berkompeten. (1.1.1.2)	Nahkoda tidak mengetahui ABKnya yang tewas karena panik.	Melatih komunikasi dan kerjasama tim.
		Misskomunikasi antar ABK(1.1.1.1)		
	Mengapa peralatan untuk menangan i kegagalan kurang mencukup i ? (1.1.2)	Kurangnya pengadaan.	ABK menangan i kebocoran menggunakan papan dan baju wearpak	Meminta kepada operator untuk melakukan pengadaan <i>spare part</i>
	Mengapa ruang kerja kotor?(1.1.3)	Karena ABK jorok (1.1.3.1)	Ruang kerja kotor dan terdapat tikus.	Membersihkan ruang kerja ketika akan dan setelah ABK ganti shift

No.	Why Questions	Answer	Evidence	Solution
		Karena Operator mengabaikan kondisi kapal (1.1.3.2)	Mendapat teguran dari Departemen Kesehatan	Membuat peraturan yang jelas tentang kebersihan kapal.
4.	ABK kurang berkompeten?(1.1.2)	Karena ABK tidak memperpanjang sertifikat keahlian (1.1.1.2.1)	Sertifikat ABK kadaluarsa.	Memperpanjang sertifikat sebelum jatuh tempo.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, melalui bukti-bukti yang didapatkan dari *docking report*, sertifikat dari badan klasifikasi, laporan kejadian, sertifikat ABK dan lain-lainnya, dilanjutkan dengan analisa menggunakan metode *5 whys* yang dikonfirmasi dengan *Software Autodesk Inventor 3D* dan perhitungan manual menggunakan *rules* dari BKI. Didapatkan hasil bahwa :

Faktor Teknis :

1. Ukuran diameter poros KM. Nusantara Akbar adalah 275 mm untuk *intermediate shaft* dan 320 mm untuk *propeller shaft*, sementara ukuran minimal dari perhitungan menurut *rules* BKI adalah 263 mm untuk *intermediate shaft* dan 302,45 mm untuk *propeller shaft*, yang artinya telah memenuhi standar minimal dari BKI.
2. Dari temuan KNKT bahwa terdapat beberapa baut *flange* yang patah dan lepas, telah sesuai karena telah dihitung dan dimodelkan menggunakan *Software Autodesk Inventor 3D*. Dimana baut patah karena gaya yang bekerja adalah 10.782,31 N dengan tegangan geser 2,230 Mpa, sedangkan gaya maksimal pada beban normal adalah 9.434,531.N dengan gaya geser 1,951 Mpa.
3. Dari *docking report* yang telah dianalisa, didapatkan temuan kesalahan pada saat proses *Docking*, yaitu pengelasan baut *flange* yang telah patah. Hal ini seharusnya tidak boleh dilakukan, karena akan merubah sifat dari material yang telah menerima panas dan penambahan material yang berbeda.
4. Dari *docking report* yang telah dianalisa, didapatkan temuan kesalahan pada saat proses *Docking*, yaitu

penambahan lena pada *bearing* untuk menyesuaikan poros yang telah defleksi. Hal ini seharusnya tidak boleh dilakukan, karena titik defleksi akan merambat pada titik yang lainnya.

Faktor Non-Teknis :

1. Dari data-data yang telah dianalisa didapatkan temuan bahwa peralatan untuk menangani kegagalan sistem pada kamar mesin KM. Nusantara Akbar sangatlah kurang, hal ini ditunjukkan dengan penyumbatan laju air menggunakan potongan papan dan *wearpak* dari ABK. Hal ini seharusnya tidak boleh terjadi, karena akan merusak komponen-komponen terkait dan membahayakan keselamatan dari ABK.
2. Dari laporan kejadian kecelakaan yang telah dianalisa, didapatkan temuan bahwa terjadi missskomunikasi antar ABK, hal ini ditunjukkan dengan ketidaktahuan Nahkoda bahwa ada salah satu ABKnya yang panik dan mengambil pompa di *Fresh Water Tank*, yang kemudian ABK ini menjadi salah satu korban tewas dalam kejadian ini. Hal ini seharusnya tidak boleh terjadi, karena missskomunikasi akan menyebabkan menurunnya tingkat kesuksesan dalam suatu pekerjaan tim.
3. Dari dokumen perjalanan kapal yang telah dianalisa, didapatkan temuan bahwa kondisi kamar mesin KM. Nusantara Akbar dalam kondisi kotor. Hal ini seharusnya tidak boleh terjadi, karena akan mengganggu proses bekerja dari ABK.

V.2. Saran.

Setelah dilakukan analisa terkait hasil yang telah didapatkan maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Jika terjadi kerusakan komponen terkait sistem perporosan seharusnya tidak boleh direkondisi atau diberikan *treatment* panas. Komponen yang rusak

seharusnya dilakukan penggantian untuk mengurangi resiko berkurangnya atau berubahnya kekuatan material yang akan berdampak pada keselamatan KM. Nusantara Akbar.

2. Jika terjadi defleksi pada poros, seharusnya tidak dilakukan penambahan lena untuk mengkompensasi poros yang telah defleksi, seharusnya dilakukan pelurusan terlebih dahulu terhadap poros, kemudian dipasang dan digunakan kembali, untuk selanjutnya dilakukan penyesuaian lena terhadap poros yang sudah lurus tersebut.
3. Kamar mesin seharusnya dijaga kebersihannya sehingga ABK lebih nyaman dan aman dalam bekerja, karena hal ini akan meningkatkan produktifitas kerja dan akan lebih mudah menangani kegagalan sistem.
4. Peralatan untuk menangani kegagalan sistem seharusnya disiapkan dengan baik sebelum kapal berlayar, seperti persiapan *reamers packing* tambahan untuk mengatasi *packing* yang tidak bisa menahan laju air. Hal ini tentunya akan menurunkan resiko yang diakibatkan karena kebocoran kapal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kristiansen, Maritime Transportation, 1st ed., Oxford: Elsevier, 2005.
- [2] M. Sondalini, How to Use 5 Whys for Root Cause Analysis, 1st ed., lifetime-reliability.com.
- [3] A. F. Molland, Ship Resistance and Propulsion, 1st ed., Southampton: Cambridge University Press, 2007.
- [4] H. Xing, "Elastohydrodynamic Lubrication Analysis of Marine Sterntube *Bearing* Based on Multy-Body Dynamics," Dalian, 2012.
- [5] F. Zhao, "An Overall Ship Propulsion Model for Fuel Efficiency Study," Singapore, 2015.
- [6] L. Qin, "Research on the Effect of Residual Stress to the Measurement of Shaft Power," Wuhan, 2011.
- [7] Y. Yang, "Optimal Design for a VLCC Propulsion System Based on Torsional Vibration Analysis," Shanghai, 2011.
- [8] A. Adekunle, "Development of CAD Software for Shaft Under Various Loading Conditions," Ogun State, 2012.
- [9] G. Yanlei, "Engine Vibration Certification," Beijing, 2013.

- [10] Z. Gan-bo, "Reduced-order Modelling Method for Longitudinal Vibration Control of Propulsion Shafting," Wuhan, 2012.
- [11] D. E. Y. Seiji, "Advanced Technology of Propeller Shaft Stern Tube *Seal*," Takasago.
- [12] R. Praharaj, "Failure Prediction of Propeller Shaft Prototype Using Finite Element Analysis," Mumbai.
- [13] P. Assi, "FE Analysis of Hollow Propeller Shaft Using Steel and Composite Material then Compares it," Ahmedabad.
- [14] B. K. Indonesia, Volume III Rules for Machinery Installations, 1st ed., BKI, 2015.
- [15] ABS, Guidance Notes on Ship Vibration, 1st ed., New York: ABS, 2015.
- [16] A. Grzadziela, "Dynamic Problems of Propulsion System of Naval Vessels," Gdynia, 2007.
- [17] D. L. Gano, RealityChart, Washington: Apollonian Press, 2011.

LAMPIRAN

Lampiran terkait sertifikat KM. Nusantara Akbar dari BKI.

K
B
K
I
1984

No. 016827

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA
SERTIFIKAT KLASIFIKASI LAMBUNG
CERTIFICATE OF CLASSIFICATION FOR HULL

NUSANTARA AKBAR
Ex FILMA SATU

No. Register : 06874
No. IMO : 8317411

Dengan ini diterangkan bahwa **KAPAL TANGKI, RAJA**
This is to certify that above name

tersebut diatas telah disurvey dalam rangka **SURVEY PEMBARUAN KELAS**
Ship has been surveyed for

pada tanggal **31.01.2011 s/d 10.03.2011** di **BOJONEGARA**
on at oleh Surveyor
by Surveyors

Biro Klasifikasi Indonesia, sesuai dengan ketentuan-ketentuan Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia
to the Biro Klasifikasi Indonesia, in compliance with the requirements of the Rules of Biro Klasifikasi Indonesia.

Pemilik : **PT. NUSANTARA SHIPPING LINE**
Owner : **PT. NUSANTARA SHIPPING LINE**

Bendera : **INDONESIA**
Flag : **INDONESIA**

Tonase Kotor : **4020**
Gross Tonnage : **4020**

Dibangun di : **JAPAN**
Built at : **JAPAN**

Pelabuhan Pendaftaran : **JAKARTA**
Port of Registry : **JAKARTA**

Tonase Bersih : **2108**
Net Tonnage : **2108**

oleh : **SHIN KUNSHIMA DOCKYARD**
by : **CO. LTD**

pada : **1983**
in : **1983**

Kapal tersebut didaftar dalam Register dengan karakter kelas
The vessel will be entered in Register with the character

A100 ① P " OIL/CHEMICAL TANKER TYPE 3 " ESP

dan dinyatakan berlaku sampai Survey Pembaruan Kelas VII (tujuh) pada
and will remain valid until Class Renewal Survey No. VII (tujuh) on

09 MARET 2016

dengan syarat bahwa survey yang ditemukan dalam Peraturan BKI untuk dapat mempertahankan kelas dipenuhi.
provided that surveys as required by the BKI Rules for maintenance of the class are fulfilled.

Tanggal survey alas terakhir **18 FEBRUARI 2011**
Date of last bottom survey


Dikeluarkan di Jakarta, tanggal **05 MEI 2011**
Issued at Jakarta, on

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA

Direktur Utama
Director General
CAPT. PURNAMA, MM

© 8000-330-27-50-137-28
F.19 - 2009

CMS



1944

No. 011155

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA

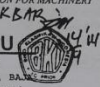
SERTIFIKAT KLASIFIKASI MESIN

CERTIFICATE OF CLASSIFICATION FOR MACHINERY

NUSANTARA AKBAR

FILMA SATU

SK SMART DUA



No. Register : 06874

No. IMO : 8317411

Dengan ini diterangkan bahwa instalasi mesin KAPAL TANGKI, BAKAR
This is to certify that the undermentioned machineries of above named
 tersebut di atas telah disurvei dalam rangka SURVEY PEMBARUAN KELAS
ship has been surveyed for

pada tanggal 31.01.2011 s/d 10.03.2011 di BOJONEGARA oleh Surveyor
 on at by Surveyors

Biro Klasifikasi Indonesia, sesuai dengan ketentuan-ketentuan Peraturan Biro Klasifikasi Indonesia
to the Biro Klasifikasi Indonesia, in compliance with the requirements of the Rules of Biro Klasifikasi Indonesia

- MESIN UTAMA (Jumlah, merek dan tipe)
Main Engine (Number, license and type)
 1 (satu) buah Mesin Diesel MITSUBISHI AKASAKA, 6 UEC 37 H-II, 2 Tak Kerja Tunggal

Tenaga efektif 3900 HP	pada putaran 210	Rpm
Effective power	at	rpm
Dibangun di JAPAN	oleh AKASAKA DIESEL LTD.	Pada 1983
Built at	by	in

Nomor mesin 37059
 No.
- MESIN BANTU (Jumlah, merek, tipe dan daya)
Auxiliary Engine (Number, license, type and power)
 2 (dua) buah YANMAR, S 165 L-HZ, 2 x 360 HP

Dibangun di JAPAN	oleh YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD.	Pada -
Built at	by	in

Instalasi mesin tersebut akan didaftar dalam Register dengan karakter kelas
The machineries will be entered in the Register with the character

SM


dan dinyatakan berlaku sampai Survey Pembaruan Kelas pada tanggal
and will remain valid until Class Renewal Survey on

09 MARET 2016

dengan syarat bahwa survey yang ditentukan dalam Peraturan BKI untuk dapat mempertahankan kelas dipenuhi
provided that survey as required by the BKI Rules for maintenance of the class are fulfilled.
 Poros baling-balik : Periode survey 5 (lima) Tahun Survey terakhir 25 SEPTEMBER 2009
Propeller shaft : Periodicity of survey Last survey

Dikeluarkan di Jakarta, tanggal 05 MEI 2011
Issued at Jakarta, on

BIRO KLASIFIKASI INDONESIA

Direktur Utama
President Director

 CAPA BURN MA NIM

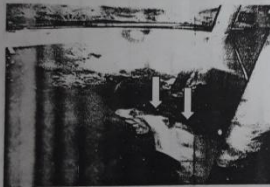
13120-278-35-80-171-34
 F. 20. 2009

Lampiran terkait laporan kejadian kecelakaan KM. Nusantara Akbar.

1. MASUKNYA AIR KE KAMAR MESIN MELALUI STERN TUBE SHAFT PROPELLER



2. PENYUMBATAN MENGGUNAKAN WERPAK UNTUK MENGURANGI MASUKNYA AIR KEKAMAR MESIN



3. PENGIKATAN PENAHAN RAMES PACKING TAPI TIDAK BERHASIL



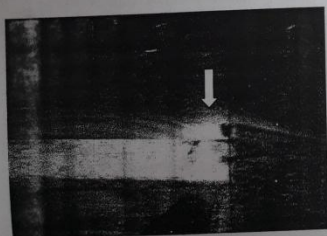
4. KONDISI MASUKNYA AIR MELALUI STERN TUBE SHAFT PROPELLER



5. KONDISI AIR LAUT YANG MERENDAM KAMAR MESIN HINGGA MENGENAI FLYWHEEL MAIN ENGINE YANG SEDANG BERPUTAR



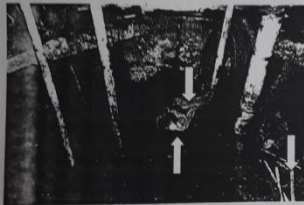
6. KONDISI AIR LAUT YANG MERENDAM KAMAR MESIN HINGGA MENGENAI FLYWHEEL MAIN ENGINE YANG SEDANG BERPUTAR DI IHAT DARI SISI LAIN



7. KONDISI AIR LAUT YANG MERENDAM KAMAR MESIN HINGGA MENGENAI FLYWHEEL MAIN ENGINE YANG SEDANG BERPUTAR DI IHAT DARI SISI LAIN

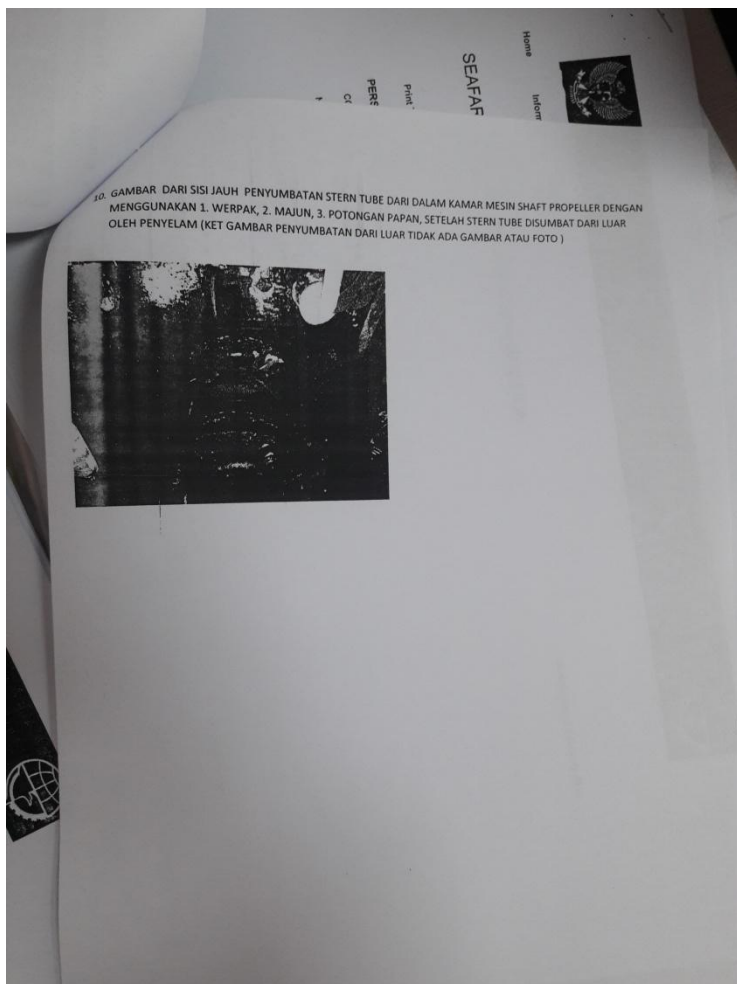


8. PROSES PENYUMBATAN TAMBAHAN DENGAN MENGGUNAKAN MAJUN DAN POTONGAN PAPAN PADA STERN TUBE SHAFT PROPELLER DI KAMAR MESIN



9. GAMBAR TERDEKAT PENYUMBATAN STERN TUBE DARI DALAM KAMAR MESIN SHAFT PROPELLER DENGAN MENGGUNAKAN 1. WERPAK, 2. MAJUN, 3. POTONGAN PAPAN, SETELAH STERN TUBE DISUMBAT DARI LUAR OLEH PENYELAM (KET GAMBAR PENYUMBATAN DARI LUAR TIDAK ADA GAMBAR ATAU FOTO)





7. PENJELASAN POKOK KEJADIAN

Sebelum Kejadian:

Sebelum tanggal 13-02-2016 Pukul 10.00 kapal telah
dapat dimuni dengan barang-barang.
11.30 C/G menginformasikan ke Nakhoda
bahwa ada kebocoran di shaft propeller
pada Pompa Ramas bagian
posisi kapal masih berlayar di luar
Bumi.
Tanggal 13-02-2016 kapal berlabuh di
Bumi 24 Minggu.

Setelah Kejadian:

Tanggal 14/02/16 Pukul 12.00
dari Penjelajah Batang untuk
mengunjungi Situ ini bagian
Belakang shaft propeller
selesai selesai pengelasan
13.30 RT. Pemasangan akbar di
tanjung dan TB SPT 11 ke bagian
Dumun, dan juga di cek ke bagian
kei bagian.

Pada Waktu Kejadian:

Pada tanggal 13-02-2016 Pukul 16.15
saya menerima informasi dari C/G
bahwa ada salah satu orang
masuk dalam JPT (air kotor)
dan posisi saya pada saat itu di
Kamar Mesin. Orang tersebut segera
sprint dan masuk sendiri
untuk mengambil pompa air
Pukul 16.20 sy order untuk
untuk Kontak beparkan Minggu untuk
Minta bantuan
1/2 sebelum masuk kei sebelah kanan
masuk ke Mekanika akbar untuk
memeriksa bagian dan setelah itu
lagi masuk ke bagian ke bagian.

Pengesahan dokumen

Tanggal/Jam interview

Nama :

Investigator

7. PENJELASAN POMOK KEJADIAN

Sebelum Kejadian:

Kapal bertabrak dan pelabuhan Dumai ke Balikpapan.

11.30 saya (Chief Engineer) melapor ke atasan bahwa terjadi tabrakan di kamar mesin pada pemutar rana packing shaft propeller posisi kapal saat itu masih di Alur.

Setelah Kejadian:

Tgl 14/02/16. Jam 12.00

Tim penyelam datang untuk memuntah sterntube bagian belakang shaft propeller.

Setelah selesai penanganan

± 17.30 Mr Masenta Alaban ditawar ke perairan pelabuhan Dumai dan semua crew dievakuasi oleh KRI Sigalu.

Pada Waktu Kejadian:

Kami dari pihak kamar mesin selalu berkomunikasi ke kamar mesin dan saat kapal sudah bertabrak di Bay 4 mereng. Kami (crew Engine) berusaha menjambat / menanggulangi tabrakan di kamar mesin dengan kain magur dan potongan papan.

± Jam 19.00 kami mendapat bantuan pinjaman pompa galup dari KRI Sembilang.

Pengesahan dokumen

Tanggal/Jam interview

Nama :

Investigator

Lampiran terkait docking report, ditemukan bahwa baut yang rusak di las ulang dan penambahan lena pada *bearing* untuk mengurangi defleksi.

Brought forward from page

8

Code&BA	Uraian Pekerjaan	Keterangan
MP.01	<p>Tail Shaft</p> <p>Length : 3800 mm Length Sleeve : 2650 mm</p> <p>Diameter : 320 mm Diameter Sleeve : 362 mm</p> <p>Tailshaft bearing wear down to be measured and recorded, Magnaflux Testing on tailshaft Taper end. In the event clearances exceed the maksimum permitted, Tail Shaft should be withdrawal for renewal Pokhout bearing. Pokhout bearing to be supplied by Owner Ship.</p>	Selesai
	<p><u>SHAFT PROPELLER & PROPELLER</u></p> <p><u>Poros baling - baling.</u></p> <p>Diadakan pengukuran clearance poros baling-baling dia.352 mm x P.3813 mm,bush pokhout shaft steel,sleeve bronze</p> <p>Diperiksa Klass/Owner dan dibuatkan record 6 lembar.</p>	Selesai
	<p>Assistensi pekerjaan :</p> <p>- Buka skerm as propeller dengan pengelasan, dibuka dan dibersihkan.</p>	Selesai
	<p>Poros baling-baling dilepas, ditarik ke dalam kamar mesin untuk penggantian bantalan pokhout, selesai dipasang seperti semula.</p>	Selesai
	<p>Poros baling-baling dibersihkan pada bagian konis dan rumah spie di MPI BKI diperiksa dengan hasil baik.</p> <p>- Buka spie poros baling-baling , dirawat dan dipasang kembali.</p> <p>- Buka baut flange coupling dia.2.5" x 250 mm x 8 buah, dirawat dan dipasang kembali dengan penggantian split pen.</p> <p>- Baut flange tail shaft dia.62 x 300 mm aus dilas dengan kawat las LBS2U dan dibubut ukuran : dia.62 mm x 180 mm.</p>	Selesai
	<p>Kekedapan dengan reamers packing.</p> <p>- Buka penekan reamers packing dirawat dan dibersihkan.</p> <p>- Buka dan pasang reamers packing dengan ukuran : 1.5" x 1320 mm x 6 lilit.</p>	Selesai
	<p>Bantalan</p> <p>Bantalan poros baling-baling dilepas diganti baru bahan pokhout segment yang diserut dan dirakit ke dalam bush.</p>	Selesai
	<p>Assistensi pekerjaan :</p> <p>- Buka pasang bush bronze bantalan ukuran : dia.410 x 1325 mm.</p>	Selesai
	<p>Bantalan pokhout dibubut ukuran : dia.353,60 x 1300 mm.</p>	Selesai
	<p>Dibubut alur pelumasan ukuran :</p> <p>- Lebar : 8 mm)</p> <p>- Dalam : 6 mm) x 7 buah</p> <p>- panjang : 1300 mm)</p>	Selesai

Dipindahkan ke halaman
Carried forward to page

Code&BA	Uraian Pekerjaan	Keterangan
MP.02	Bantalan bawah : Pokhout Alur memanjang ukura : 430 x 40/80 mm Alur melintang ukuran : 7 80 mm Jumlah keliling 1/2 lin : 7 x buah) Jumlah memanjang : 3 buah) x 21 buah	Selesai
	Keterangan : - Diameter as propeller dia.353,70 mm (QC). - Bantalan lama bagian bawah dibongkar - Ganti bantalan baru bahan kayu pokhout (lignum vitae) material Owner Supply.	Selesai
	Intermediate Shaft Bearing To be checked clearance intermediate shaft bearing / plummer block.	
	Poros Antara (Intermediate shaft) Dia.275 x 4000 mm Poros antara dilepas diletakkan di atas lantai kamar mesin untuk pemeriksaan dan perbaikan.	Selesai
	Rincian pekerjaan : - Buka pasang lantai penghalang plumer block. - Buka plumer block bagian atas/bawah - Buka cover atas plumer block - Buka pasang mur baut dia.1" x 5" x 4 buah. - Buka pasang ring sisi depan/belakang dia.500 mm x 2 buah dan baut tanam ukuran : dia.10 x 25 mm x 12 buah x 2 sisi. - Buka pasang mur baut pengikat ring atas bawah dia.5/8" x 2" x 2 buah x 2 sisi.	Selesai
	Metal plumer block dibersihkan dirawat diperiksa selesai dipasang kembali.	Selesai
	Poros antara dipasang kembali dengan pengaturan lena pada pondasi plumer block sehingga crank shaft deflection dibuat sekecil mungkin.	Selesai
	Aligment Plummer Block Poros Baling-Baling 1 Unit Dilaksanakan aligment plummer block poros baling-baling 1 unit rincian pekerjaan : - Buka baut pondasi plummer block dibuka dan dirawat selesai dipasang kembali. - Buka cover plummer block dibuka dan dibersihkan dan dirawat selesai dipasang kembali. - Dilakukan pekerjaan dengan plummer block dengan penyetelan dudukan plummer block dengan cara melakukan penambahan lena pada dudukan plummer block. - Dilakukan pengukuran kelonggaran plummer block oleh QC dan dibuatkan record. - Ikut kembali baut pondasi plummer block pada posisi semula.	Selesai
	Deflection ME Rincian pekerjaan : - Dilakukan pekerjaan deflection sebelum dilakukan penyambungan As intermediate dengan ME. - Buka decksel 6 silinder dibuka dan dirawat selesai dipasang kembali. - Dilakukan pekerjaan deflection oleh QC dan dibuatkan record. - Selesai pekerjaan aligment plummer block dengan As intermediate dilakukan pekerjaan deflection oleh QC dan dibuatkan record sejumlah 6 silinder.	Selesai
	Dipindahkan ke halaman Carried foward to page	

Lampiran terkait kelengkapan sertifikat ABK KM. Nusantara Akbar dan ditemukan beberapa yang telah jatuh tempo.

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
Komite Nasional Keselamatan Transportasi

Lantai 3
Kementerian Perhubungan -
Jl. Medan Merdeka Timur No.5
JKT 10110 INDONESIA

Phone : (021) 3517606, (021) 3811308
Fax : (021) 3517606

Website : www.dshphub.go.id/knkt
Email : knkt@dshphub.go.id

FORM INTERVIEW KECELAKAAN KAPAL

Investigasi	KEBODORAN DI KAMAR MESIN MT. NUSANTARA AKBAR
No. Reg Investigasi	KNKT-16-02-01-03
Tanggal Kejadian	13 FEBRUARI 2016
Lokasi	SELAT DUMAI
Tanggal Investigasi	17-20 FEBRUARI 2016

1. DATA PRIBADI

Nama Lengkap :	ALI AKBAR
Umur : 38 tahun	Jenis Kelamin : laki-laki/perempuan*
Jabatan di Kapal : CHIEF OFFICER	Asal : MATASSUK
Alamat : JL MELATI NO 93, EREKANG	Nomor Telepon : 081241516687

2. IJAZAH

Uraian	Ijazah	Tanggal Dikeluarkan	Tempat	Berlaku s/d
Ijazah Terakhir	ANT/AFT II	15 JULY 2011	JAKARTA	2016
Sertifikat Lain (sebutkan)	BST	25 JUNE 2014	JAKARTA	2019
	SCRB	25 JUNE 2014	JAKARTA	2019
	TFC	27 JAN 2004	MATASSUK	2009
	AFF	21 JULY 2014	JAKARTA	2016
	MC	22 JULY 2011	JAKARTA	2016
	MEFA	26 JULY 2011	JAKARTA	2016
	OT	05 FEB 2007	JAKARTA	2012
	CT	—	—	20 —
	GT	—	—	20 —
	ISM Code	24 MAY 2011	JAKARTA	2016

* Coret yang tidak perlu

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
Komite Nasional Keselamatan Transportasi

Lantai 3
 Kementerian Perhubungan -
 Jl. Medan Merdeka Timur No.5
 JKT 10110 INDONESIA

Phone : (021) 3517606, (021) 3811308
 Fax : (021) 3517606

Website : www.dephub.go.id/knkt
 Email : knkt@dephub.go.id

FORM INTERVIEW KECELAKAAN KAPAL


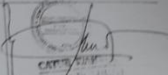
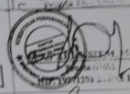

Investigasi	KEBOCORAN DI KAMAR MESIN MT. NUSANTARA AKBAR
No. Reg Investigasi	KNKT-16-02-01-03
Tanggal Kejadian	13 FEBRUARI 2016
Lokasi	SELAT DUMAI
Tanggal Investigasi	17-20 FEBRUARI 2016

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : <u>HARPA</u>	Jenis Kelamin : laki-laki/perempuan*
Umur : <u>39</u>	Asal : <u>MAKASSAR</u>
Jabatan di Kapal : <u>2/E</u>	Nomor Telepon : <u>081315076516</u>
Alamat : <u>PERUMAHAN BTR 3</u> <u>CLUSTER JABE 03/40</u>	

IJAZAH

Uraian	Ijazah	Tanggal Dikeluarkan	Tempat	Berlaku s/d
Ijazah Terakhir	<u>ANT/ATT*</u>			20__
Sertifikat Lain (sebutkan)	BST	<u>10 Februari 2009</u>	<u>MAKASSAR</u>	<u>2009</u>
	SCRB	<u>15 Oktober 2010</u>	<u>JAKARTA</u>	<u>2015</u>
	TFC	<u>28 May 2012</u>	<u>JAKARTA</u>	<u>2017</u>
	AFF	<u>05 November 2010</u>	<u>JAKARTA</u>	<u>2015</u>
	MC	<u>14 Agustus 2014</u>	<u>JAKARTA</u>	<u>2019</u>
	MEFA	<u>20 October 2010</u>	<u>JAKARTA</u>	<u>2015</u>
	OT	<u>15 October 2010</u>	<u>JAKARTA</u>	<u>2015</u>
	CT			20__
	GT			20__
	ISM Code			20__

<p>Langkaji siji awak kapal dari K.A. - K.M.</p> <p>dibuat di _____ pada tgl _____</p> <p>NAKHODA - NAKHODA YANG DIANGKAT SETELAH PEMBUATAN SUHU TERDAHLI 1</p>	
<p>Nama dan nama kecil dari Nakhoda</p> <p>Tanggal pengangkatan</p>	<p>Tanda tangan dari atau atas nama nakhoda</p> <p>Tanda tangan dari pegawai monitoring yang menyaksikan pembuatan perubahan disamping ini dari siji awak kapal</p>
<p>EDY SOKOTO</p> <p>04 JUN 2014</p> <p>MARHUM SAMUEL</p> <p>13 NOV 2015</p> <p>SUMIATI</p> <p>26 DEC 2015</p>	<p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p>STAHRIAR, SSLT</p> <p>PENJARA (11141)</p> <p>NIP. 19750427 200312 1 010</p>

VESSEL : MT. NUSANTARA AKBAR
GT/NRT : 4020/2108

CREW LIST
Call Sign : YG 19
Owner : PT. NUSANTARA

Port Of Registry : JAKARTA
IMO No : 8337413
Flag : INDONESIA


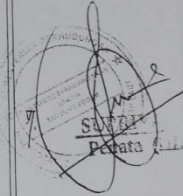


NO	NAME	RANK	Date Of Birth	Nationality	C.D.C	C.D.C No.	S/Book No.	Expired Date
1	SUMIATI	Master	15/04/1979	INDONESIA	ANT - B	6201010017 N 20211	C 058623	21/04/2017
2	ALI AKBAR	Ch. Officer	05/02/1979	INDONESIA	ANT - B	620102025 N 20211	B 086421	17/07/2016
3	SAFRIZAL TS	2 nd Officer	11/04/1989	INDONESIA	ANT - B	6200087107 N 30412	W 070489	21/12/2016
4	SORIMARITO TARINORIAN	2 nd Officer	03/04/1984	INDONESIA	ANT - V	6201018281 N 50206	X 077174	24/09/2017
5	LAMBERTUS LIAN LOLOH	Ch. Engineer	13/11/1978	INDONESIA	ATT - B	6201009672 T 20412	A 018181	09/09/2017
6	HADPA	2 nd Engineer	01/02/1976	INDONESIA	ATT - B	6200041109 T 30114	B 033133	25/04/2016
7	ARIF RAHMAN	2 nd Engineer	04/07/1991	INDONESIA	ATT - B	6201132625 T 30415	B 009563	21/08/2017
8	MUHAMMAD RIFA'I	4 th Engineer	07/12/1988	INDONESIA	ANT - D	6201008681 T 42412	X 050525	28/07/2017
9	MUHAMMAD TAUFIK	Boatwain	01/02/1963	INDONESIA	ANT - D	6201003304 N 60306	X 050408	11/04/2016
10	A.JANUR	A/B 1	18/07/1981	INDONESIA	ANT - D	6200416474 N 60306	B 057636	11/04/2016
11	WANDI	A/B 2	01/06/1989	INDONESIA	ANT - D	6201314096 N 60612	Y 072066	15/08/2016
12	THOMAS YANSENS LOMUAL	Mander	17/07/1975	INDONESIA	ATT - D	6201329175 T08712	A 055780	18/01/2017
13	IRWANSYAH	Electrician	28/05/1994	INDONESIA	BST	6311509388010115	D 059412	28/03/2018
14	ABDUL RAHM	Oiler 1	10/03/1989	INDONESIA	ATT - D	6201481311 T 60612	T 068869	17/08/2016
15	HANIF ANWAR HIDAYAT	Oiler 2	03/01/1984	INDONESIA	BST	6303004025011813	S 048971	01/03/2018
16	BUHIMAN	Oiler3	07/04/1985	INDONESIA	ANT - V	6200971890 T 50214	T 018822	10/04/2016
17	PURWANTO	Wiper	21/01/1993	INDONESIA	BST	6211132900010715	C 007798	04/08/2018
18	BASORI	Kuli	24/11/1976	INDONESIA	ANT - D	6200546178 N 62413	B 065949	27/06/2018
19	EKO BUDONO	Pelayan	28/10/1995	INDONESIA	BST	6211441467910114	D 081313	17/12/2018
20	MOHAMAD NURDIN	Kelas/OS	10/06/1972	INDONESIA	BST	6202002162010113	B 042051	07/02/2016
21	NUR FEBRI YANTI	Kelas/OS	12/02/1993	INDONESIA	BST	6207081020010413	C 062883	01/04/2017
22	UNDANSYAH	Deck Cadet	06/03/1992	INDONESIA	BST	6202111771010113	D 036647	08/01/2018
23	PRASETJO ADI WIBOWO	Deck Cadet	18/12/1994	INDONESIA	BST	62011345514012512	A 013391	09/04/2017
24	NONI MELANI	Deck Cadet	22/05/1994	INDONESIA	BST	6211420533010114	D 007176	20/09/2017
25	ETTI SUGIARTI	Deck Cadet	06/10/1989	INDONESIA	BST	6211420533010114	D 012410	30/10/2017
26	AGUS PUTRA SARI	Engineer Cadet	17/08/1993	INDONESIA	BST	6211420533010414	D 002016	26/11/2017
27	GAJUH RAHASMANI KADIR	Deck Cadet	13/07/1994	INDONESIA	BST	6211425966010414	C 010971	17/10/2017




Total Crew On Board : 27 person Including Master

Certify that the above information is, to be best of my knowledge and belief true in every particular.

DUMAI, 08 February 2018


Lampiran terkait dokumen perjalanan kapal yang menunjukkan bahwa kapal dalam keadaan kotor dan terdapat tikus.

4	5
<p>SEMPENAN FOR MASTER</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jagalah kebersihan kapal/ keep clean the vessel 2. Pasang Rat guard/ use rat guard <p>Diberikan pin bertayur Quarantine Clearance</p> <p>Tujuan/ bound to: <i>Manakara</i></p>	Tanda tangan dan nama pejabat
<p><i>Susanto</i> 04 JUN 2019</p> <p><i>PAB</i></p>  <p>SUBAPTO, Amd NIP. 196401251988031003</p>	 <p>Subarto Pejabat</p>
<p>Kapal datang dari Surabaya</p> <p>Telah dilakukan pemeriksaan dengan SSCC, Sulfur, Obat & Pak kapal dan buku kesehatan</p> <p>pagalan kesehatan & sanitasi di atas kapal</p> <p>selalu terdapat obat-obatan & Pak di atas kapal</p> <p>Tidak ada penyakit menular</p> <p>Diberi izin berlayar tujuan Jayapura.</p>	
<p><i>Agung Budjono</i> 04 Juni 2019</p>  <p>AGUNG BUDJONO, SKM. MKM. NIP. 19720129199031001</p>	

Pemberian izin berlayar	Tanda tangan dan nama pejabat KKP	tanggal tiba tanggal berangkat lam-lam Tanda tangan
4		5
Saran Untuk NAKHODA/JURAGAN		
1. Di Kapal tidak boleh ada Tikus		
Kapal Supaya dibersihkan setiap hari		
2. Obat 2 P3K di Kapal Supaya lengkap		
Diberikan izin belayar <u>13.02.2015</u>		
Tujuan <u>BELUNYU</u>		
PHC. <u>P02-0936881-KRG</u>		
Tanjungpandan <u>13.02.2015</u>		
Hanny Suryanti NIP. 198011062008012018		
 HARSA NIP. 19850822		
Saran: 1. Jaga kebersihan dan K3 di kapal 2. Kapal harus selalu bersih dan sehat 3. Diberikan izin berlayar obat P3K Diberikan izin berlayar No. PKRG: <u>D02-0934892</u> Tujuan : <u>TG. PRICK</u> Menggandeng/Digandeng: -		
Belinyu, 17 Februari 2019 Kepala Kantor  Atinda Nur Fauzia NIP. 19911202012122001		
 HARLAN Penata Muda NIP. 19790710 200		


1. Jaga kebersihan di atas kapal
 2. Pasang peralatan kesehatan pada kapal
 3. Disinfeksi alat kesehatan yang berada pada kapal
 4. Tangga kapal harus selalu bersih dan bebas dari kotoran
 5. Disinfeksi Pakaian yang berada pada kapal dan jumlahnya

KIN BERLAYAR NOMOR 45-344 GL
 TUJUAN Bali 16 JAN 2016 1000 G

Tanjung Priok, 16 JAN 2016
 Pejabat Kesehatan Pelabuhan
 Port Health Officer

 R. SYONO
 NIP. 195805141979121001

- JAGA SEKALI KEBERSIHAN KAPAL
 - HAL? LAWI ZUWA ADA
 - MI BERIKAN IJIN BERLAYAR
 TUJUAN : PELINTUNG. -

BENGA, 16-1-2016. -



KEMENTERIAN PE
 KANTOR
 KESYAHBA
 UTAMA TO
 DIREKTORAT JENDERA



BIODATA PENULIS

Penulis dilahirkan di Malang, 10 Februari 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK R.A. Kartini Malang, SDN Sawojajar 2 Malang, SMPN 5 Malang dan SMAN 8 Malang. Setelah menyelesaikan pendidikan tahap SMA dan lulus pada tahun 2013,

penulis diterima di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, FTK – ITS melalui jalur SNMPTN. Selama masa perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan kemahasiswaan di Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS dan di Badan Eksekutif Mahasiswa tingkat Fakultas sebagai Staff di bidang Kajian Strategis. Dalam kegiatan kemahasiswaan yang lain penulis juga pernah mendapatkan penghargaan sebagai Finalis lomba “Economy and Politics” FEB - UB pada tahun 2015. Penulis juga aktif mengikuti seminar serta forum yang diadakan oleh Departemen Teknik Sistem Perkapalan ataupun ITS. Pengalaman kerja praktek yang sudah ditempuh antara lain di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya dan PT. Biro Klasifikasi Indonesia Cabang Madya Semarang. Dalam pengerjaan tugas akhir, penulis mengambil konsentrasi pada bidang *Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)*